



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

**KOMPLEXNÍ DIAGNOSTIKA OBJEKTU RODINNÉHO
DOMU**

COMPLEX DIAGNOSTICS OF THE FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jana Tomanová

VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL SCHMID, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav stavebního zkušebnictví

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jana Tomanová
Název	Komplexní diagnostika objektu rodinného domu
Vedoucí práce	doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Schmid, P. a kol. Základy zkušebnictví, FAST VUT v Brně

Hobst, L. a kol.. Diagnostika stavebních konstrukcí, FAST VUT v Brně

Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů, FAST VUT v Brně

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 Eurokód 2: Betonové konstrukce

ČSN EN 1996 Eurokód 6: Zděné konstrukce

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby se změnami 20/2012 Sb

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zpracování metodiky a realizace diagnostického průzkumu při hodnocení aktuálního stavebně technického a statického stavu existujícího objektu rodinného domu s přílehlou hospodářskou částí (stodola). Na zadaném objektu realizovat základní diagnostické práce včetně vytvoření výkresové dokumentace a statického výpočtu vybrané části nosné konstrukce. Vyhodnocení výsledků diagnostických prací a zpracování návrhu opatření nutných pro zajištění spolehlivosti, bezpečnosti a dlouhodobé životnosti při daných provozních podmínkách.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou hliněného stavitelství se zaměřením na poruchy a sanace těchto konstrukcí. Úvodní část pojednává o možných poruchách zejména hliněných staveb, dále o příčinách vzniku poruch, jejich projevech a závažnosti. V následující části jsou uvedeny metody sanace nejen hliněných konstrukcí. Jsou zde popsány sanační metody základových, svislých a dřevěných konstrukcí, které vytváří především nosnou část stavby.

Ve druhé části je proveden stavebně technický průzkum stávajícího stavebního objektu s přiléhající hospodářskou částí – stodolou. Součástí průzkumu je vytvoření výkresové dokumentace, popsání dispozice a stavebně-konstrukčního řešení objektu, statický výpočet vybrané části konstrukce, zhodnocení aktuálního stavu objektu s případným návrhem opatření a sanací.

Klíčová slova

Porucha, sanace, rekonstrukce, nepálená cihla, diagnostika objektu, stavebně technický průzkum, dispoziční řešení, konstrukční řešení, výkresová dokumentace, pevnost cihel, statický výpočet

Abstract

This master's thesis deals with the issue of the building from a clay. It is focused on defects and rehabilitations of these constructions. The introductory parts concerns with probable defects especially of clay buildings, furthermore with causes of the creation of defects, its depictions and the relevance. In the following part the methods of rehabilitation not only of clay buildings are presented. In this part the rehabilitative methods of foundation, vertical and wood constructions, which create mainly the structural support of the buildings, are described.

In the second part, the structural and technical research of the current structure with farm part – barn is executed. The part of research is creation of the drawing documentation, description of disposition and structural and constructional solution of building, structural calculation of a part of construction, assessment of actual state of structure and prospective plan of proceeding and rehabilitation.

Keywords

Defect, rehabilitation, reconstruction, unburnt brick, diagnostic of the structure, structural and technical research, dispositional solution, constructional solution, drawing documentation, strength of bricks, structural calculation

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jana Tomanová *Komplexní diagnostika objektu rodinného domu*. Brno, 2018. 146 s., 17 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2018

Tomanová J.
Bc. Jana Tomanová
autor práce

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Pavlu Schmidovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odborné vedení a čas, který věnoval mé práci. Dále bych chtěla poděkovat všem svým blízkým za velkou podporu.

OBSAH

1	ÚVOD	12
1.1	Význam problematiky pro teorii i praxi	12
1.2	Širší souvislosti	13
1.3	Cíle	13
2	PORUCHY HLINĚNÝCH BUDOV	15
2.1	Vnitřní vlivy	15
2.1.1	Zdíci prvky	15
2.1.2	Malta	17
2.1.3	Způsob a jakost zdění	19
2.1.4	Nevhodný návrh konstrukce	22
2.1.5	Nepříznivé vnější vlivy v průběhu výstavby	23
2.2	Vnější vlivy	24
2.2.1	Vliv prostředí	24
2.2.2	Základové poměry	27
2.2.3	Nevhodný nebo nedostatečný zásah člověka	30
2.3	Projevy poruch	35
2.3.1	Trhliny	35
2.3.2	Nadměrné deformace	44
2.3.3	Vychýlení zdiva	44
2.3.4	Úbytek objemu zdiva	44
2.3.5	Projevy poruch dřevěných konstrukcí	46
2.4	Závažnost poruch	46
3	SANACE HLINĚNÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ	48
3.1	Základové konstrukce	49
3.1.1	Průzkum základových konstrukcí	49

3.1.2	Sanace základových konstrukcí.....	51
3.1.3	Zajištění konstrukce budovy při provádění sanace základů	59
3.2	Zděné hliněné stěny a pilíře	61
3.2.1	Průzkum zděných hliněných stěn a pilířů	61
3.2.2	Opravy a úpravy svislých konstrukcí	61
3.2.3	Zesilování zdiva	65
3.2.4	Zabezpečení tuhosti objektu	68
3.2.5	Odstranění vlhkosti	73
3.3	Dřevěné konstrukce zděných budov	75
3.3.1	Průzkum dřevěných konstrukcí zděných budov	77
3.3.2	Sanace dřevěných konstrukcí	79
4	PRŮZKUM STAVEBNÍHO OBJEKTU	88
4.1	Popis objektu, základní informace.....	89
4.2	Historie	90
4.2.1	Historie vesnice	90
4.2.2	Historie objektu	92
4.3	Záměr a plány majitele.....	95
4.4	Zaměření a zakreslení objektu	95
4.5	Dispoziční řešení.....	96
4.6	Technicko-konstrukční řešení a viditelné poruchy	97
4.6.1	Základy.....	98
4.6.2	Svislé konstrukce.....	98
4.6.3	Vodorovné konstrukce	105
4.6.4	Zastřešení.....	107
4.6.5	Podlahy	110
4.6.6	Úpravy povrchů, výplně otvorů	111

4.6.7	Terénní úpravy	111
4.6.8	Vytápění.....	112
4.7	Pevnost zdiva.....	113
4.7.1	Pevnost zdících prvků	113
4.7.2	Pevnost zdící malty.....	119
4.7.3	Stanovení vlhkosti vzorků	119
4.7.4	Vyhodnocení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822	120
4.8	Statický výpočet vybrané části	124
4.9	Návrh opatření.....	128
4.9.1	Návrh změny dispozičního řešení	128
4.9.2	Sanace a návrh opatření konstrukcí.....	130
4.9.3	Závěr návrhu opatření.....	130
5	ZÁVĚR.....	133
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	135

1 ÚVOD

Diplomová práce rozebírá zkoumaný objekt po teoretické i praktické stránce. První část práce je zaměřena na teorii. Tato část se věnuje poruchám budov se zaměřením na hliněné stavby. Poruchy mohou být vyvolané vnitřními nebo vnějšími vlivy, jak je v této části rozebráno. V další části jsou popsány projevy poruch, které nám pomáhají určit příčinu jejich vzniku a následně stanovit závažnost dané poruchy.

Dalším předmětem teoretické části jsou sanační metody nejen hliněných konstrukcí. Zde jsou uvedeny různé sanace, rekonstrukce a opravy hlavně nosných částí konstrukce. Z tohoto důvodu jsou zde uvedeny sanační metody od základů přes svislé hliněné konstrukce až po dřevěné prvky, kam řadíme stropní a krovové konstrukce. Zabýváme se nejenom sanací poškozených částí, ale také částí, které potřebují při plánované změně upravit, např. zesílit.

Druhou velkou kapitolou práce je praktická část, ve které je proveden stavebně technický průzkum stávajícího stavebního objektu s přiléhající hospodářskou částí – stodolou. Součástí průzkumu je vytvoření výkresové dokumentace, popsání dispozice a stavebně-konstrukčního řešení objektu. Dále je proveden statický výpočet vybrané části konstrukce, kterému předchází provedení zkoušek odebraných vzorků cihel a výpočet pevnosti zdiva. Součástí práce je také podrobná fotodokumentace celé stavby. Na závěr se pomocí získaných údajů provede vyhodnocení výsledků zkoušek, zhodnocení aktuálního stavu existujícího objektu s případným návrhem opatření a sanací pro další užívání budovy.

1.1 Význam problematiky pro teorii i praxi

Nepálená cihla patří k nejstarším stavebním materiálům, její objevení jako stavebního materiálu se stalo velkým průlomem ve stavebnictví. V současnosti je poměrně dost staveb, které jsou postavené právě z hliněného materiálu a nejsou již v dobrém stavu. Jejich špatný stav je způsobený nejen vlivem přirozeného stárnutí, ale i dalšími faktory, které vedou k případné poruše objektu. Proto je potřeba pro spolehlivou a bezpečnou provozuschopnost objektu danou poruchu odstranit a konstrukci sanovat. K rozpoznání příčiny poruchy, druhu poruchy, závažnosti a dále

také k výběru vhodné sanační metody nám pomůže zejména teoretická část této práce, ve které jsou všechny tyto aspekty uvedeny.

1.2 Širší souvislosti

Stavební průzkum a diagnostika stávajících staveb jsou neoddělitelnou součástí dnešního stavebnictví. Je to velmi důležitý obor, který obsahuje celou řadu činností potřebných pro posouzení stavby a její konstrukce. Především zahrnuje zjištění materiálových a konstrukčních parametrů, zjištění poruch a jejich příčin, kvalifikace stavu objektu z hlediska užívání a bezpečnosti a v konečné fázi návrh na zabezpečení a opatření.

Všechny činnosti uvedené výše jsou také důležité z hlediska trvale udržitelného rozvoje. Objekty, které byly postaveny v minulosti, už nevyhovují dnešní době nebo pomalu končí jejich provozuschopnost. Proto se nemůžeme zabývat pouze výstavbou novostaveb, ale je třeba řešit i rekonstrukce a sanace těchto objektů.

Při rekonstrukci objektu nebo při změně ve způsobu užívání je třeba se zaměřit hlavně na nosnou konstrukci. Je nutné zhodnotit všechny hlavní nosné části konstrukce a vhodným způsobem zjistit stěžejní informace pro následné posouzení. Výstup ze stavebně technického průzkumu pak slouží jako podklad pro statický výpočet, respektive posudek konstrukce nebo její části.

1.3 Cíle

Poruchy hliněných konstrukcí a jejich sanace

Při vzniku poruchy je důležité a také nejtěžší zjistit příčinu jejího vzniku. Ke stanovení příčiny poruchy nám pomáhají její projevy a charakteristické údaje, které jsou typické pro daný způsob porušení. Z tohoto důvodu je zapotřebí uvést možné příčiny vzniku poruch, projevy poruch a rozdělení dle jejich závažnosti.

Po odstranění příčiny poruchy je nutné konstrukci sanovat. Objekt se vyšetřuje především ze statického hlediska, proto je potřeba popsat sanační metody základových, svislých a dřevěných konstrukcí, které tvoří v hliněných stavbách hlavní nosné prvky. U hliněných staveb je důležité zvolit vhodnou sanační metodu s ohledem na pevnost hliněného materiálu. Proto je nezbytné upozornit na problematiku

a kritická místa, která jsou spojena s výběrem vhodné sanační metody a postupem jejího provádění.

Zhodnocení průzkumu současného stavu stávajícího objektu z nepálené hlíny

Do současnosti nebyl proveden průzkum posuzovaného stavebního objektu s hospodářskou částí – stodolou, který by zaznamenal jejich skutečný stav. Průzkum, jímž se zabývá tato práce, je zaměřen na nepálené cihly a technický stav objektu.

Výsledkem je současný stav stavby vypovídající o typologii objektu, stavebně-konstrukčním řešení, technickém stavu, poruchách a následném návrhu vhodných opatření. Součástí průzkumu je vytvoření výkresové dokumentace a statický výpočet vybrané části konstrukce. Průzkum bude sloužit jako podklad pro návrh správné rekonstrukce a sanace stávajícího hliněného rodinného domu se stodolou.

(1), (2)

2 PORUCHY HLINĚNÝCH BUDOV

2.1 Vnitřní vlivy

Vnitřní vlivy byly stavbě dány při její realizaci. Stavba je charakterizována především jednotlivými složkami konstrukčního materiálu, včetně způsobu a kvality jejího vybudování. Kvalita zdiva závisí na mnoha činitelích, které buď přímo, nebo nepřímo ovlivňují únosnost a tím zároveň i trvanlivost zdiva. V mnoha případech, pozdějšími zásahy do konstrukce, zcela neodstraníme vzniklé prvotní negativní vlivy, můžeme je pouze zmírnit. Vnitřní vlivy u staveb zděných z hliněných cihel jsou především:

- Charakteristiky zdících prvků – pevnost v tlaku, pevnost v tahu za ohybu, dodržení tvaru a rozměrů, soudržnost cihel s maltou, odolnost proti klimatickým vlivům
- Charakteristiky malty – pevnost v tlaku, soudržnost, zpracovatelnost
- Způsob a jakost zdění – vazba cihel, tloušťka a provedení spár, jakost zdění
- Nevhodný návrh konstrukce
- Nepříznivé vnější vlivy v průběhu výstavby

(3), (4)

2.1.1 Zdící prvky

Zdící prvky z nepálené hlíny patří k nejstarším stavebním materiálům, nicméně nepálenou hlínu postupně vytlačily nové stavební materiály a výstavba z hlíny zcela zanikla. O čemž svědčí i současné ČSN, kde hlína jako stavební materiál není uvedena vůbec. V ČSN EN 1996-1-1 “Navrhování zděných konstrukcí” najdeme pouze předepsané vlastnosti pro nepálené cihly, čímž mají na mysli např. cihly vápenopískové, nikoli hliněné. Pro hliněné cihly neexistuje samostatná norma, a proto hliněné cihly nejčastěji hodnotíme podle normy pro cihly plně pálené s tím, že ne všechny kritéria musí splňovat.

Hliněné cihly často mají neodpovídající kvalitu, která je způsobena především skladbou směsi, jejím zpracováním a kolísavými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi. Mezi tyto vlastnosti patří tvorba vlasových trhlin vzniklých při výrobě nebo na stavbě, náchylnost k rozbředání, snížení mezních pevností v tlaku a další.

Tvar a rozměr

Dodržování tvaru a rozměrů je obzvlášť důležité pro správnost zdění. Ložné spáry musí být kolmé na směr zatížení tlakem, proto je nezbytné dbát na rovnoběžnost ložných ploch cihel. Pro dodržení předepsaných šířek spár musí mít zdící prvky rovné a vzájemně kolmé lícní plochy i hrany. Cihly plně pálené mají odchylky od pravého úhlu limitovány příslušnými normami, které se snažíme dodržet i u hliněných cihel. U hliněných plně lisovaných cihel (Obr. 1), které jsou vyráběny strojně, to není až takový problém, oproti hliněným cihlám, které jsou vyráběny ručně (Obr. 2). Cihla nesmí mít na povrchu trhliny a uvnitř dutiny. Drsnost jejího povrchu zajišťuje dobrou přilnavost malty.



Obr. 1 Hliněné plně lisované cihly



Obr. 2 Hliněné ručně vyráběné cihly

Velikost

Za stejných podmínek zdivo vyžděné z větších kusů staviva dosahuje větších pevností než zdivo vyžděné z menších kusů staviva. Vyšší vrstva tedy vede k větším pevnostem zdiva. Ukázka cihel různých velikostí na je obr. 3 a na obr. 4

Uspořádání a velikost děr

U děrovaných cihel (Obr. 3, Obr. 4) klesá pevnost se stoupající plochou děr. V České republice se na rozdíl od zahraničí hliněné děrované cihly zatím nevyrábějí.

Pevnost cihel

Pevnost cihel může být negativně ovlivněna již při výrobě, zejména nevhodným složením směsi nebo způsobem hutnění cihly. Dále při přepravě cihel na staveniště nebo přímo během výstavby, a to především působením vody. Cihly převážíme a skladujeme na paletách zabalené ve foliovém obalu.



Obr. 3 Ukázka různých hliněných cihel



Obr. 4 Děrované prefabrikované cihly

Odolnost proti klimatickým vlivům

Odolnost proti klimatickým vlivům je důležitá vlastnost zvláště u hliněného materiálu. Nasákavost zdících prvků je daná množstvím kapilár, které odebírají vodu při styku s vlhkým prostředím. Nepálená hlína má schopnost regulovat vlhkost, a tím udržovat optimální mikroklima v interiéru. Užití hliněných cihel se proto upřednostňuje v interiérech staveb mimo působení klimatických vlivů. Více informací naleznete v mé bakalářské práci v kapitole 4. “Vlastnosti nepálené hlíny” [7].

Kapitola 2.1.1 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (5), (6), (7)

2.1.2 Malta

Malta se ve stavebnictví používá především ke spojování stavebních prvků a dílců, pro vyrovnání styčných spár a k úpravě povrchu stavebních konstrukcí. Hlínová malta je historicky nejstarší a skládá se z plniva (písek), pojiva (jílové minerály) a vody, za pomoci které směs rozmícháme na požadovanou konzistenci. Ke vzniku pevnosti dochází mechanicky (vysycháním), nikoli chemicky, proto je možné vysušenou maltu znovu smíchat s vodou a opět použít.

Vlastnosti malty mají zásadní vliv na únosnost zděných konstrukcí, jelikož malta zaplňuje svislé a vodorovné spáry mezi jednotlivými stavebními prvky a po zatvrdnutí vytváří jeden celek. V zatíženém zdivu malta přenáší zatížení z jedné vrstvy na druhou, při čemž vyrovnává místní rozdíly a roznáší soustředné zatížení na větší plochy. Dále zabraňuje přístupu atmosférických vlivů dovnitř zdiva, a tím chrání zdivo před zvětváváním.

Do směsi se někdy doporučuje přidat vápno nebo cement v hodnotách do 5 %, který nám sice zvýší odolnost proti vlhkosti, ale za cenu značných pevnostních ztrát. Při přidavku cementu nad 5 % se pevnost malty začíná zvyšovat a z hliněné malty se stává cementohliněná malta. Zde hlína tvoří pouze funkci plniva, jelikož vazebné schopnosti jílu již plně nahrazuje hydratace cementu.

Pevnost

Charakteristickou vlastností hliněné malty je pevnost v tlaku, která se udává v MPa. Pevnost nejvíce závisí na poměru mísení a kvalitě jednotlivých vstupních složek. Hliněná malta dosahuje max. pevnosti 5 MPa, většinou je to však méně. Při zjišťování pevnosti malty na stavbě je nutné přihlédnout k reálným podmínkám, ty mají podstatný vliv na vyhodnocování zkoušek. U nových konstrukcí musíme zvláště zohlednit proces tvrdnutí malty a dobu zatížení zdiva. Vzhledem k vysoké přetvárnosti hliněné malty je nutné počítat s větším sednutím zdiva.

Soudržnost

Soudržnost mezi cihlami a maltou především závisí na pevnosti a smršťování malty, na nasákavosti a stavu povrchu hliněných cihel. Nejlepší soudržnost zajistíme použitím malty s vysokou pevností a s co nejmenšími smršťovacími účinky. Míra smršťování roste s větším množstvím pojiva (jílu), z tohoto důvodu by nemělo jeho dávkování překročit stanovenou hodnotu.

Zpracovatelnost

V čerstvém stavu má malta nejčastěji formu plastické kaše, výjimečně je tekutější konzistence pro lepší promísení hliněného materiálu. Přídavek vody má vliv na tvorbu smršťovacích trhlin, které se redukuje větším obsahem písku, tj. více jak 50 %. Malta musí být natolik plastická, aby se plně přizpůsobila povrchovým nerovnostem kusových staviv a doléhala ložnou plochou rovnoměrně na podklad. Nevhodná konzistence malty může způsobit nerovnoměrné uložení cihly, v tomto případě jsou cihly při zatížení namáhané na ohyb, praskají a snižují pevnost zdiva.

Kapitola 2.1.2 je čerpána ze zdrojů: (3), (4)

2.1.3 Způsob a jakost zdění

Vazba zdiva

Kladením cihel na maltu vzniká vazba zdiva (Obr. 5, Obr. 6, Obr. 7), která má za úkol, aby styčné spáry ve dvou sousedních vodorovných řadách nebyly průběžné. Vazba cihel se provádí dle běžných zásad pro zděné konstrukce. U starších objektů není vazba zdiva vždy dodržena, především ve stycích vnitřních a obvodových stěn. Zdivo z nepálených cihel je stavěno na hliněnou maltu, která má podobné složení jako cihly. Nejpoužívanější vazby zdiva jsou uvedeny na obr. 8.



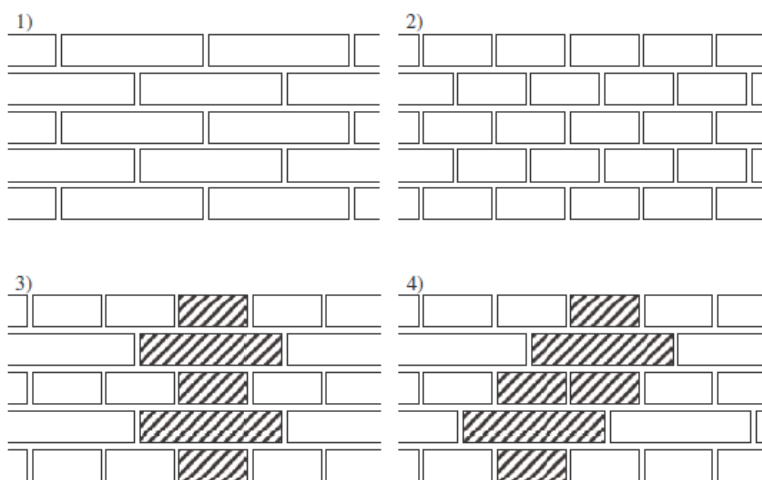
Obr. 5 Detail vazby zdiva



Obr. 6 Vazáková vazba



Obr. 7 Vazba zdiva



Obr. 8 Základní vazby cihelného zdiva. 1) běhounová, 2) vazáková, 3) polokřížová, 4) křížová

U zdiva provedeného z jemnozrnných zemin může v průběhu životnosti v závislosti na sedání zdiva dojít k prolínání jednotlivých částic malty se zdivem a dochází tak ke zmonolitnění stěny. Pokud se v cihlách objevují hrubozrnné částice, pak se většinou cihla chová spíše jako pálená a ke zmonolitnění nedochází.

V současnosti se na stavbách z nepálených cihel často setkáváme i s cihlou pálenou, a to zejména v lícové vrstvě zdiva (Obr. 9) a v ostění okenních a dveřních otvorů (Obr. 10, Obr. 11). Na stavebním trhu v ČR je rozmanitost stavebního materiálu z nepálené hlíny v menším rozsahu, a proto se při rekonstrukcích používá spíše cihla pálená nebo jiný stavební materiál (Obr. 12, Obr. 13, Obr. 14, Obr. 15, Obr. 16). Kvůli odlišným vlastnostem není kombinace různých stavebních materiálů příliš vhodná. Dochází ke vzniku různého chování pod zatížením, různého sedání zdiva a následně vzniku trhlin na styku mezi různými materiály.



Obr. 9 Lícová vrstva zdiva z pálených cihel



Obr. 10 Pálená cihla v ostění okenních a dveřních otvorů



Obr. 11 Užití různých materiálů v ostění



Obr. 12 Dozdění stěny cihlou plnou pálenou



Obr. 13 Ztužení rohu cihlou plnou pálenou



Obr. 14 Zazdění okenního otvoru cihlou plnou pálenou



Obr. 15 Rekonstrukce objektu – použití různých materiálů



Obr. 16 Použití různých druhů materiálů při rekonstrukci

Tloušťka a provedení ložných spár

Pečlivé vyplnění spár maltou má podstatný vliv na rovnoměrné rozdělení tlaků od jednotlivých prvků. Nerovnoměrné rozložení malty (Obr. 17, Obr. 18) vede ke vzniku dutin a rozdílné tloušťce ložné spáry, přičemž v jednotlivých prvcích vznikají podružné ohybové momenty. V místě styku cihel bez náležité vrstvy malty vznikají velká místní napětí, která vedou k tvorbě trhlin kvůli nízké tahové pevnosti hliněné malty. Nadbytečná tloušťka ložných spár rovněž snižuje únosnost zdiva.



Obr. 17 Nerovnoměrné rozložení malty



Obr. 18 Nevyplněné spáry maltou

Jakost zdění

Tato činnost je zcela závislá na lidském činiteli a na zodpovědném přístupu k práci. Je zde zahrnuta celá řada činností, např. použití neporušených a nedeformovaných cihel dostatečné pevnosti, malty správné konzistence a složení, pečlivé vyplnění spár maltou, řádná vazba cihel, dodržování podmínek při tvrdnutí malty a mnoha dalších. Na vápenné maltě je zkušebně prokázáno, že únosnost nedbale provedeného zdiva se může snížit až o 80%. Předpokládá se, že u hliněného zdiva je tomu obdobně.

Ošetření zdiva

Ošetření čerstvě vyzděného zdiva je nezbytnou součástí pro vytvoření dobrých podmínek pro jeho tvrdnutí. Zejména sem patří ochrana před klimatickými vlivy, ať už před vysokými nebo nízkými teplotami. Dále zajištění pozvolného vysoušení, jelikož rychlé vysoušení má za následek vznik smršťovacích trhlin, které negativně ovlivňují únosnost zdiva.

Kapitola 2.1.3 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (5), (6)

2.1.4 Nevhodný návrh konstrukce

Stavby z hliněného materiálu byly navrhovány a stavěny před 100 až 300 lety podle tehdejších stavebních znalostí, z kterých se postupně vyvinula současná zástavba z pálených cihel.

Volba správného nosného systému je zásadní podmínkou pro výstavbu bezpečné a trvanlivé stavby. Zároveň je třeba přihlížet nejen k působícím přírodním činitelům, ale i ke způsobu výstavby a provozním vlivům. Konstrukční systémy mají být v souladu s účelem a způsobem využití navrhovaného objektu. Kromě toho je potřeba brát v úvahu geologické a hydrogeologické místní poměry a nepodceňovat návrh založení. Nevhodné založení je další ze zdrojů, který vede k předčasnému poškození zděných konstrukcí. V průběhu užívání může dojít ke změně užívání nebo stavební úpravě, která vyvolá nadměrné a nepříznivé namáhání konstrukcí.

Nejčastější chyby v koncepci stavby souvisí s nevhodným a nedostatečným členěním stavby dilatačními spárami. Dilatační spáry je zapotřebí provádět nejenom kvůli teplotní roztažnosti hliněného zdiva, ale také kvůli smršťování hliněného

materiálu, a to zejména pokud jej do stěny ukládáme vlhký. Někteří výrobci doporučují použití zcela nevysušených lisovaných cihel. To připadá v úvahu pouze u cihel, které ihned po vylisování nabývají značné pevnosti. Nevýhodou plně nevysušených cihel je jejich dodatečné smršťování, ke kterému přispívá i voda z malty, neboť cihly dotuje další vodou. Vlivem smršťování dochází k porušení zdiva svislými trhlinami, které mohou celou zeď potřhat na kry široké 3-5 m. Mezi další nedostatky patří absence ztužujících věnců (Obr. 19), absence izolací proti zemní vlhkosti a absence roznášecích prvků pro bodové zatížení (Obr. 20, Obr. 21). V praxi se snažíme aplikovat jednoduché průřezy, které lze snadno vyvázat s daným druhem cihel. (3), (4), (5)



Obr. 19 Nevhodný návrh – objekt není vodorovně ztužen



Obr. 20 Bodové zatížení – většinou se objevuje nedostatečné osazení nosného prvku a absence roznášecí plochy



Obr. 21 Bodové zatížení – absence roznášecí plochy pod průvlakem

2.1.5 Nepříznivé vnější vlivy v průběhu výstavby

Dojde-li při výstavbě ke zhoršení kvality materiálu, je nutné poškozený materiál ihned odstranit, jelikož v průběhu životnosti lze opravu provést jen výjimečně. Kvalita materiálu může být porušena např. vyschnutím malty před uložením cihel, působením deště na nepříkryté zdivo apod. (3)

2.2 Vnější vlivy

Vnější vlivy zahrnují vlivy působící během užívání konstrukce. Jsou dány povahou a intenzitou negativního působení prostředí, podle jejich povahy lze zmírnit nebo odstranit jejich škodlivý účinek. Nosné konstrukce lze chránit před vnějšími vlivy ochrannými konstrukcemi.

2.2.1 Vliv prostředí

Teplotní účinky

Teplotní účinky působící na konstrukci vyvolávají objemové změny, jejichž rozsah je dán hlavně velikostí změny teploty, součinitelem tepelné roztažnosti a konstrukčním řešením. Málokdy může stavební konstrukce neomezeně dilatovat, většinou je tepelné dilataci bráněno konstrukčním uspořádáním stavby. Podle rozsahu působení teplotních účinků na konstrukci rozeznáváme tři základní stavy:

- Teplotní účinky vyvolané rovnoměrným ohřátím nebo ochlazením konstrukce nebo její části.
- Teplotní účinky způsobené rozdílem teplot mezi vnějším a vnitřním povrchem konstrukce.
- Teplotní účinky vyvolané lokálním osluněním.

Každý z těchto účinků působí na konstrukci nepříznivě v přímé závislosti na tepelné roztažnosti materiálu konstrukce. Stavby vybudované z různých druhů materiálu mají různý součinitel tepelné roztažnosti, z tohoto důvodu na jejich rozhraní vznikají nadměrné deformace a následně trhliny.

Voda

Voda na stavbách se projevuje vždy nepříznivě, a to ve všech skupenstvích.

Plynné skupenství – v malém množství je přínosné k tvorbě příznivého vnitřního klimatu, naopak větší množství způsobuje nežádoucí vlhkost, která vede ke snížení pevnosti.

Kapalné skupenství – voda se do zdiva dostává různými způsoby, například jako zemní vlhkost (Obr. 22) anebo zatékáním dešťové vody (Obr. 23, Obr. 24).

Se vzlínající zemní vlhkostí se setkáváme hlavně v pórovitém horninovém prostředí, kde je voda vázaná sorpčními a kapilárními silami. Voda proniká do konstrukce díky kapilárnímu vzlínání ze základů a podzákladí. U podsklepených objektů k tomu přispívá i zemina, která objekt obklopuje. Přístup vody do základového zdiva je příčinou otevřených pórů zeminy. Ze základového zdiva je voda postupně nasávána póry zdiva stěn a kapilárními silami se zdivem posouvá nahoru. Intenzita vzlínání vlhkosti je závislá na síle a velikosti zdroje vody a na propustnosti zeminy.

Dešťová voda může zatékat do stavby nejen ze střechy s vadnou krytinou, ale i z balkonů, říms, špatně provedeným oplechováním apod.



Obr. 22 Působení zemní vlhkosti a odstříkující vody



Obr. 23 Narušení zdiva zemní vlhkostí



Obr. 24 Narušení zdiva zatékající dešťovou vodou ze střechy

Odstříkující voda – je voda srážková, s kterou se nejčastěji setkáváme ve spodní části soklového zdiva (Obr. 22). V tomto místě je konstrukce obzvlášť zatěžovaná odstříkující vodou a při nevhodném spádovém terénu i vodou přitékající z okolí

objektu. Špatně provedené terénní úpravy v okolí stavby mají za následek zavlhčení nebo zamokření zdiva.

Stojatá voda – se shromažďuje okolo stavby například při tání sněhu na jaře a při přívalových deštích a povodních. Přítomnost vody, která na konstrukci působí delší dobu, mění konzistenci zdiva na kašovitou. Nasáknuté hliněné zdivo má menší pevnost a tím dochází k odpadávání vrstev hlíny (Obr. 25). Voda prosakuje do vnitřních vrstev, a to může zapříčinit zřícení konstrukce (Obr. 26).



Obr. 25 Oslabení konstrukce zdiva při povodních



Obr. 26 Porušení zdiva při povodních

Tekoucí voda – má při povodních horší účinky než voda klidná, stojatá. Tlakem proudu vody dochází k vodorovnému a ohybovému namáhání stěny, k rychlejšímu průniku vody do vnitřních vrstev a rychlejšímu odnosu materiálu ze stěny. Je dokázáno, že konstrukce při povodních jsou schopny vzdorovat tekoucí vodě maximálně den, ve srovnání se stojatou vodou, kde konstrukce vydržela i týden. Objekt je nutné důkladně chránit před tekoucí vodou jakéhokoliv původu, tj. například dešťová voda, voda z poškozeného okapu střechy nebo voda z prasklého vodovodní potrubí.

Pevné skupenství – účinkem mrazu se voda v pórech zdiva přemění na led. V případě, že voda zaplní více jak 10/11 objemu póru, dojde k roztrhnutí okolního materiálu. Nejvíce nebezpečná situace nastává při teplotách okolo 0 °C, kdy přes den voda na slunci rozmrzá, vsakuje se hlouběji do konstrukce a v noci opět zmrzne.

Kapitola 2.2.1 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (8)

2.2.2 Základové poměry

Základová půda je součástí horninového prostředí, která spolupůsobí se stavební konstrukcí. Přenášejí se do ní účinky zatížení stavbou a zároveň na ni působí vlivy okolního prostředí, jako jsou změny vlhkosti, kolísání hladiny podzemní vody a teplotní změny. Těmito účinky se v základové půdě vyvolávají procesy, které způsobují poškození stavebních konstrukcí.

U staveb se předpokládá, že zatížení od stavby se roznáší rovnoměrně do základové půdy a dochází k rovnoměrnému sedání základů. Sedání základů závisí na velikosti zatížení, stlačitelnosti základové půdy, hloubce založení a velikosti a tvaru základové spáry. K sedání dochází téměř u každé budovy a má různý časový průběh, přičemž k největšímu sedání zpravidla dochází při realizaci stavby. S hloubkou založení roste možné zatížení základové půdy a zároveň se zmenšuje velikost případného sednutí objektu.

Nepříznivé vlastnosti zemin vedou k nerovnoměrnému nebo zvýšenému sedání základů objektu nebo její části a způsobují poruchy a deformace konstrukcí. Poklesy, které nebyly zahrnuty ve statickém výpočtu, mají za následek tvorbu trhlin. Trhliny obvykle mají šikmý průběh a jejich kolmice ukazuje místo zvýšeného sedání. Nerovnoměrnost sedání může být ovlivněna různorodostí skladby půdních vrstev, jejich nepravidelným tvarem a rozdíly v mocnostech stlačitelných vrstev. Podloží z jemnozrnných zemin je nejvíce náchylné na vlhkostní a teplotní změny, které významně ovlivňují její konzistenční stav, a proto nejsou vhodné pro zakládání staveb.

Hladina podzemní vody

Podzemní voda (Obr. 27, Obr. 28) zahrnuje veškerou vodu, která se vyskytuje pod zemským povrchem. Hloubka podzemní vody je vyznačována svislou vzdáleností hladiny podzemní vody od povrchu. Hladina podzemní vody není časově stálá, stoupá nebo klesá v závislosti na ročním období a na množství srážek. Ke změnám hladiny podzemní vody dochází i zásahem člověka v daném území, např. odvodněním daného území, budováním podzemních staveb, vytváření zásypů z porézních zemin nebo štěrků a podobně.



Obr. 27 Vysoká hladina podzemní vody kolem objektu a pod ním



Obr. 28 Porušení základů způsobené vysokou hladinou podzemní vody

Promrzání základové půdy

Při mělkém založení objektu (Obr. 29, Obr. 30) nastává promrzání základové půdy, proto musí být základová spára v nezámrné hloubce. V zámrné hloubce se voda při nízkých teplotách mění na led, zvětšuje svůj objem a nadzvedává základy. Při rozmrznutí základy opět poklesnou. Deformace základů má dopad na celou konstrukci stavby, která se většinou potrhá.

Obecně lze říci, že namrzavost závisí na stupni nasákavosti, kapilární výšce a zrnitosti zeminy. V nesoudržných, sypkých zeminách tvoří led krystalky, kdežto v soudržných jemnozrnných zeminách vznikají ledové čočky nebo destičky, které v zemině působí nepříznivě. Ledové čočky při jarním rozmrzání plní základovou spáru vodou, jelikož kapilární výška u soudržných a jemnozrnných zemin je větší než vzdálenost zmrzlé zeminy od hladiny podzemní vody. Následkem vody v základové spáře dochází k rozbíjení zeminy a k snížení její únosnosti, což vede k dalšímu sedání stavby.



Obr. 29 Sonda určující hloubku základů



Obr. 30 Nedostatečná hloubka základové spáry

Změna vlhkosti základové půdy

Stav vlhkosti zeminy je podstatný u jemnozrnných zemin, které při změně vlhkosti mění svůj objem a fyzikálně-mechanické vlastnosti. Vyšší stupeň vlhkosti rozmělkčuje zeminu, až vzniká kašovitá konzistence, která snižuje únosnost základové spáry a vede k většímu zabořování objektu do zeminy. Naopak při vysoušení zeminy, menším stupni vlhkosti, se konzistence znovu mění na pevnou hmotu. Zemina opět zvyšuje své charakteristiky a roste únosnost základové spáry, ale již vlivem smršťování zeminy objekt o určitou hodnotu poklesne. Proto jsou změny vlhkosti v podloží pro stavbu nepříjemné v obou směrech. K nejčastějším příčinám poruch patří podmáčení staveb (Obr. 27, Obr. 28, Obr. 31, Obr. 32).



*Obr. 31 Porušení zdi vlivem
zvýšené vlhkosti zeminy*



*Obr. 32 Zřícení rohu domu po
vydatných deštích*

Otřesy podloží

Seizmické účinky na stavební objekty mohou být vyvolané zemětřesením, průmyslovými explozemi, výbuchy nebo účinky od dopravy, strojního zatížení apod. Zemětřesení se objevuje na našem území v ojedinělých případech a při výpočtu ho řadíme mezi zatížení mimořádná.

Poddolovaná území

Poddolované území se rozumí oblast zahrnující známý nebo předpokládaný výskyt hlubinných důlních děl vzniklých za účelem těžby nebo průzkumu nerostných surovin. Nepatří sem tedy objekty typu tunelů, sklepů, kanalizací, podzemních skladů, krytů apod. Poddolování způsobuje v určitém časovém odstupu deformace zemského povrchu a vytvoření poklesových kotlin. Předem určení tvaru, rozměru a polohy

poklesové kotliny lze pouze v jednoduchých a jasných případech. Obvykle se však jedná o případy složitější, kdy pod povrchem vedou různé chodby a prostory vytvořené důlní činností. V takových případech uvažujeme poklesovou kotlinu kdekoli a při návrhu počítáme s maximálními hodnotami očekávaných deformací povrchu.

Kapitola 2.2.2 je čerpána ze zdrojů: (1), (3), (4), (9), (10), (11), (12), (13)

2.2.3 Nevhodný nebo nedostatečný zásah člověka

Člověk jakožto uživatel nebo vlastník objektu může nedostatečnou údržbou, nevhodnými zásahy do konstrukce či stavebními změnami stavebnímu dílu značně uškodit. Všechny tyto změny nepříznivě ovlivňují spolehlivost konstrukce. Na jedné straně přispívají k rychlejšímu snížení pevnosti a soudržnosti materiálu, na druhé straně vnášejí do konstrukce větší zatížení a jiné statické schéma, než na které byla konstrukce dimenzovaná (Obr. 33, Obr. 34). V mnoha případech k výše uvedeným změnám zpravidla dochází pro nedostatečnou odbornou vědomost a zkušenost ze strany uživatele.



*Obr. 33 Nevhodný zásah člověka –
vybourání opěrné konstrukce,
která přenášela vodorovné
zatížení klenby*



*Obr. 34 Trhliny vyvolané
kroucením vodorovného
trámu*

Způsob užívání objektu

Stavbu lze užívat jen k předem stanoveným účelům, pro které byla stavba navržena. Chceme-li změnit účel užívání, je nutné požádat na příslušném úřadě o změnu v užívání stavby, avšak plánované změny v užívání musí být v souladu se

zákonem. Mnohdy však tomu tak není a lidé si nepovoleně mění účel užívání stavby, jak se jim hodí. Tím často dochází k nevhodným změnám, které vedou k poruchám konstrukcí. Zvláštní pozornost se dříve věnovala hospodářským budovám, tj. sklady, sýpky, stodoly, chlévy, kde mnohdy docházelo k přetěžování konstrukcí (Obr. 35, Obr. 36).



Obr. 35 Nadměrný průhyb překladu



*Obr. 36 Přetížení nosného trámu –
nadměrný průhyb*

Údržba

Nedostatek údržby má značný podíl na velmi špatném stavu většiny stavebních objektů a vede k vzrůstu poruch. Proto se během životnosti stavby snažíme průběžně provádět správnou a kvalitní údržbu. Nedostatek údržby se nejčastěji projevuje zatékáním dešťové vody do konstrukce objektu, následným rozrušováním vlhkého zdiva osluněním a mrznutím, růstem plísní a hub.

Ve vlhké konstrukci se rovněž daří vegetaci tzv. náletům. Do této skupiny řadíme náletové dřeviny, zejména břízu a dále různé druhy travin, které se nejčastěji uchytávají v trhlinách zdiva, nahromaděných nečistotách na střeše, okapech a žlabech. Rostliny a stromy svými kořeny zdivo rozrušují a dochází k odpadávání ochranné vrstvy zdiva. Působením klimatických vlivů na vnitřní vrstvy zdiva se urychluje stárnutí konstrukce. Obvykle se provádí špatná údržba tím, že se pouze odříznou rostliny z blízkého okolí, to však nestačí, protože neodstraníme kořeny a rostliny každý rok vyrostou znovu.

Stavební zásahy

S nevhodnými stavebními zásahy do nosné konstrukce se setkáváme čím dál tím častěji, neboť majitel objektu se obvykle považuje za dostatečně znalého a provádí různé stavební úpravy, aniž by znal zásady a správný princip provádění těchto úprav. Mnohokrát jsou konstrukce nevhodným a neodborným způsobem odstraňovány, podpírány, nahrazovány, upravovány, měněny, a také se provádí nevhodné nástavby, přístavby a vestavby (Obr. 37).

V současnosti se především kladou požadavky na uvolnění a zvětšení užitného prostoru, a proto se často bezhlavě bourají veškeré vnitřní zdi (Obr. 38), což má negativní dopad na celou konstrukci. Zdi mají za úkol spolu s dřevěnými stropy zajistit tuhost objektu (Obr. 39), která je v dnešní době zajištěna pomocí věnce, ale ten u starších objektů chybí. Řešením není ani dostatečně nadimenzovaný průvlak uložený na zbytku stěny, jelikož tímto řešením docílíme pouze zvětšení prostoru, ale neřeší nám to problémy se zajištěním dostatečné tuhosti objektu.

Přesunování, zvětšování a vytváření dalších nových okenních a dveřních otvorů oslabuje stěny (Obr. 40), stejně jako použití jiného stavebního materiálu než hliněného. Zvláště nevhodné je provádění nástaveb z cihel plných pálených bez předchozího statického ověření hliněných stěn a základů.



Obr. 37 Nevhodná nástavba – provedená na nepáleném zdivu



Obr. 38 Zbourání vnitřní hliněné stěny



*Obr. 39 Dřevěné stropy – uložené
v různých směrech zajišťují spolu se
stěnou tuhost objektu*



*Obr. 40 Vybourání nového okenního
otvoru – oslabení stěny*

Okolí budovy

Změny provedené v nejbližším okolí budovy jsou někdy výrazné, patrné na první pohled, jindy se zase provedené změny nezdají být pro objekt příliš škodlivé. Mezi první skupinu počítáme provádění dlouhodobě otevřených výkopů, neodborně provedené přístavby, vestavby, dostavby, sousední objekty s různou hloubkou založení, instalaci technologie s dynamickými účinky v těsné blízkosti budovy, zřízení komunikace s těžkou dopravou blízko objektu, snížení terénu a tím způsobení možnosti podmrzáení objektu a další. Do druhé skupiny řadíme vytváření vodonepropustných povrchů v okolí staveb, výsadbu stromů, odvodnění blízké oblasti, vybourání sousedního objektu atd. V okolí budovy působí celá řada vlivů, která může změnit vlastnosti podloží pod základem nebo jinak negativně ovlivnit přenos napětí ze základu do základové spáry.

Kapitola 2.2.3 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (12), (14)

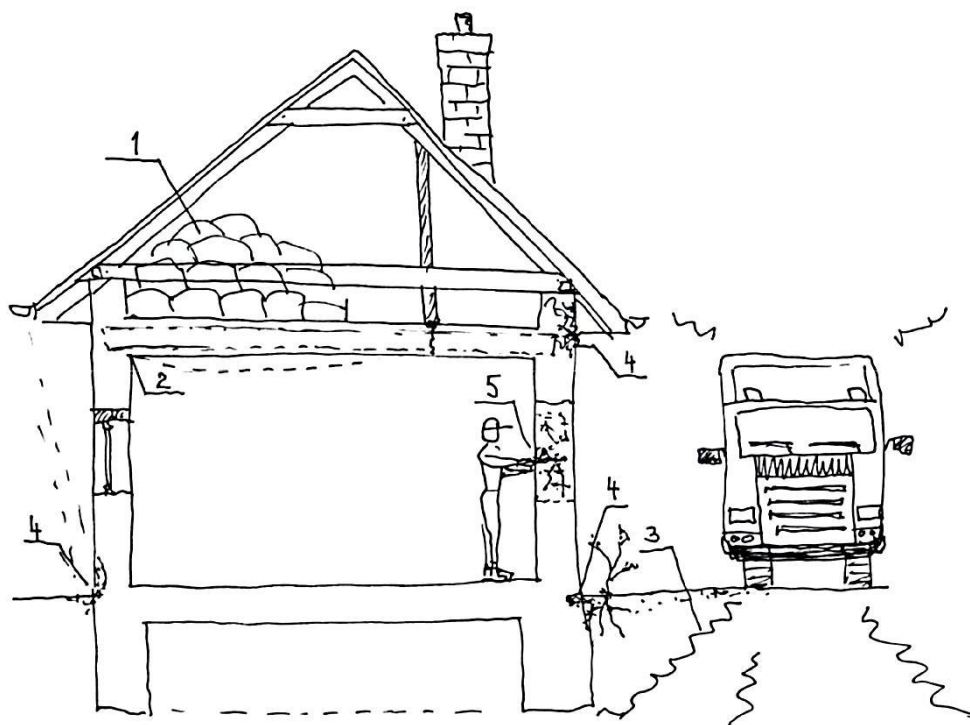
2.2.4 Vliv času

Každá stavba vlivem používání a přirozeným stárnutím v čase degraduje. Degradace neboli opotřebení úzce souvisí s předpokládanou životností konkrétního druhu stavby, přičemž životnost vyjadřuje schopnost objektu plnit požadované funkce do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předpokládané údržby a oprav.

Přirozené stárnutí – u materiálů a konstrukcí dochází k nezvratnému zhoršování vlastností vyvolaných různými vlivy v závislosti na čase a na intenzitě příslušného vlivu. Například u zdiva závisí na kvalitě kusových staviv a pojiva, na prostředí, na účincích a působení zatížení, na četnosti a jakosti údržby a oprav.

Únava – je nevratné snižování mechanických vlastností materiálů a konstrukcí vyvolané mnohokrát opakovanými nebo proměnlivými střídavými účinky namáhání.

Kapitola 2.2.4 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (11), (12)



Obr. 41 Nejčastější příčiny poruch objektů:

- 1 – přetížení nosných konstrukcí stropů*
- 2 – nadměrné soustředěné zatížení*
- 3 – dynamické zatížení dopravou*
- 4 – nedostatečná údržba*
- 5 – zbytečné zásahy do nosných konstrukcí*

2.3 Projevy poruch

Působení negativního vlivu na stavební objekty se v čase projeví poruchou, jejíž intenzita závisí na schopnosti materiálu nosné konstrukce objektu odolat vlivům působícím na konstrukci. Projevy poruch jsou nejrůznějšího charakteru a závisí na druhu stavebního materiálu. Poruchy se mohou rozdělit do dvou skupin:

Statické poruchy – se projevují:

- Vznikem trhlin (svislých nebo šikmých tahových a smykových, vodorovných tahových trhlin, popř. drcením částí průřezů těchto prvků v oblasti zvýšených tlakových napětí).
- Nadměrným přetvořením (vychýlení z projektované polohy – naklonění, vybočení).
- Odlupováním povrchových vrstev v místě lokálních koncentrací tlakových napětí.
- Úbytkem objemu složek zdiva.

Nestatické poruchy – jsou poruchy, které se projevují:

- Zvýšenou vlhkostí
- Výkvěty
- Rozpadem a odlupováním povrchových vrstev

2.3.1 Trhliny

K závažným poruchám zdiva patří trhliny, které vznikají buď vlivem změny stavu napětí, nebo přetvořením ve zděném prvku vzniklém následkem změny zatížení, deformací a přetvářením přilehlých prvků, degradací a rozrušováním zdiva apod. Jelikož zdivo vykazuje malou pevnost v tahu, tvoří se trhliny již při poměrně malých hodnotách namáhání. Trhliny mohou probíhat svisle, střídavě styčnými spárami anebo cihlami. Podle množství a místa výskytu trhlin se posuzuje jejich závažnost. Dále je možné podle druhu místa a okolností, za jakých trhliny vznikly, určit jejich příčinu vzniku. Stáří trhliny lze jednoduše určit, jelikož pro staré trhliny je typické, že jsou zaneseny prachem, zatímco nové mají čerstvý lom.

Trhliny ve zděných konstrukcích se klasifikují zejména podle těchto hledisek:

- Podle příčiny vzniku (silové nebo přetvárné účinky zatížení)
- Podle stavu napětí (rovinný nebo prostorový stav napjatosti)
- Podle polohy trhlin vzhledem k ložným a styčným spárám
- Podle průběhu (přímé, svislé, zalomené, šikmé)
- Podle šířky a proměnnosti šířky podél délky trhliny
- Podle druhu zdiva (druh použitých cihel a vazby)
- Podle druhu zděného prvku nebo konstrukce

Podle směru vnitřního napětí v materiálu konstrukce mohou v zásadě vzniknout tři druhy trhlin:

Tlakové trhliny

Trhliny způsobené drcením částí průřezu prvků v oblasti zvýšených tlakových napětí. Trhlina je způsobena překročením pevnosti v tlaku, má rozdrčené okraje a okolní materiál je zvrásněný, vyboulený a při poklepu vydává dutý zvuk.

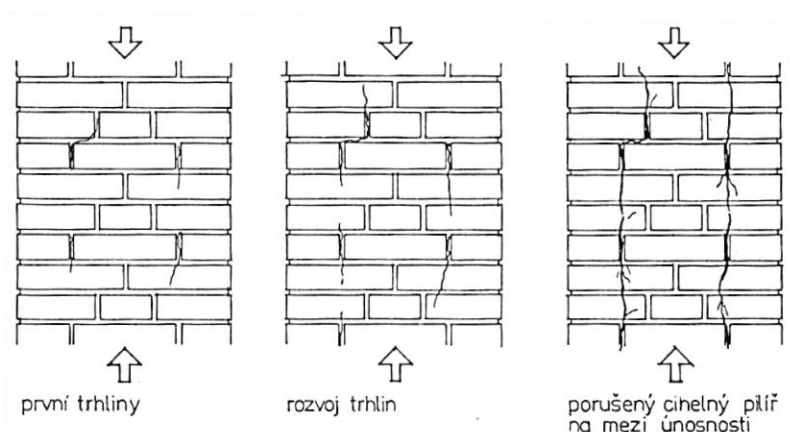
Tahové trhliny

Základní příčinou porušování zděného prvku namáhaného svislým tlakem, popř. i vyčerpáním jeho únosnosti v tlaku, je vznik a rozvoj svislých převážně tahových trhlin. Trhlina vznikne v místě, kde působící normálové napětí v tahu překročí lokální pevnost zdiva v tahu. Při posuzování závisí na poloze průřezu, tj. na vzdálenosti a poloze posuzovaného průřezu vzhledem k ložným a styčným spárám. Charakteristická trhlina způsobena překročením pevnosti v tahu má ostře ohraničené hladké okraje, rozevírá se nejvíce uprostřed své délky a při poklepu okolí vydává zvuk.

Stav přetvoření tlačných sloupů či stěn ve střední třetině je charakteristický svislým poměrným stlačením a vodorovným poměrným roztažením. První trhliny vznikají zpravidla ve střední třetině tlačného prvku vlivem tahových napětí. Tahové trhliny mají svislý směr, který odpovídá průběhu tlakových trajektorií a při dalším zatěžování se pomalu šíří směrem nahoru i dolů, k patě a zhlaví prvku. Vznik trhlin

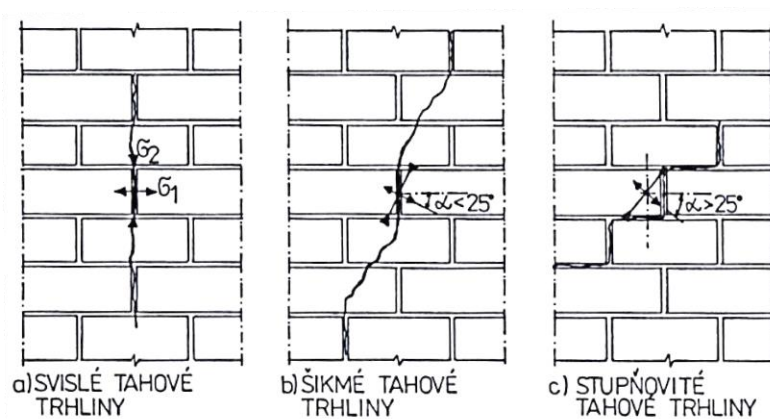
v horní nebo spodní koncové části sloupu výrazně snižuje pevnost sloupu a vyžaduje provedení statického zajištění.

Porušení tlačného zděného pilíře (Obr. 42) – v prvním stádiu se nejdříve objeví několik krátkých trhlin v místě styčných spár. V dalším stádiu se trhliny pomalu rozvíjí a prodlužují ve styčných spárách, až dojde k porušení i kusového staviva. Následně vzniknou průběžné svislé trhliny, které rozdělí pilíř na několik drobných štíhlých pilířků s nepatrnou únosností, přičemž je dosaženo mezního stavu únosnosti.



Obr. 42 Porušení cihelného pilíře tlakem

Stupňovité a šikmé trhliny (Obr. 43) – kromě svislých tahových trhlin mohou vznikat také stupňovité trhliny. Stupňovité trhliny vznikají v případech, kdy směr hlavního napětí v tahu svírá s vodorovnou osou úhel α , který je větší jak 25° . V tom případě trhliny prochází styčnými a ložnými spárami. Je-li ale úhel α menší jak 25° , probíhají trhliny ve styčných spárách a cihlách a mohou být i částečně šikmé ve směru hlavního napětí v tlaku.



Obr. 43 Porušení zdiva trhlinami

Smykové trhliny

Smykové trhliny svislé i šikmé vznikají v místech rozdílného posunu dvou částí jednoho prvku, nebo v místě styku dvou prvků. Jejich nejčastější příčinou vzniku jsou účinky objemových změn, vliv rozdílného sedání a nepružného dotlačování zdiva, které může být způsobeno rozdílnou kvalitou malty nebo rozdílnou tloušťkou ložných spár. Pro smykové trhliny v provázaném zdivu je charakteristické, že jsou vytvořeny z řady po sobě následujících krátkých šikmých tahových trhlin. Prvotně jsou trhliny vlasové, ale vlivem většího smykového napětí a porušení materiálu se časem stanou výrazně viditelnější. Smykové trhliny mají rozdrčené okraje, jejich průběh je skoro přímkový a při poklepu neduní.

Trhliny vzniklé teplotními změnami

K velmi častým poruchám svislých zděných konstrukcí, a to především obvodových stěn, patří objemové změny vyvolané teplotou. U hliněných konstrukcí změna objemu není příliš vratná akce. Při oslunění hliněné stěny vznikne ve zdivu systém mikrotrhlinek, jejichž prostor se částečně vyplní jemnými částicemi porušeného zdiva a prachem obsaženým ve vzduchu. Chladnoucí zeď se proto nemůže plně vrátit do svého původního rozměru a zanechá po sobě trhlinu, která se s počtem cyklů rozšiřuje. Ke vzniku viditelných trhlin pak není třeba příliš mnoho opakování, především je-li ve zdivu přítomna vlhkost. Hlavně během zimního období má vlhkost za následek významné rozšiřování trhlin.

Účinek teplotních změn se výrazně projevuje na styku dvou materiálů s různým koeficientem tepelné roztažnosti. Působením teploty se materiály protahují o jinou hodnotu, dle jejich koeficientu tepelné roztažnosti. Vlivem soudržnosti a tření mezi oběma materiály dochází k přenosu napětí z jednoho materiálu do druhého, tomu lze zabránit vytvořením kluzné spáry mezi materiály. Například mezi železobetonem a hliněným zdivem dojde k potrhání hliněného zdiva, poněvadž hliněné zdivo má menší hodnotu tepelné roztažnosti a zároveň i menší pevnost. Z tohoto důvodu železobetonové věnce u hliněného zdiva umísťujeme vždy do vnitřních částí stěn.



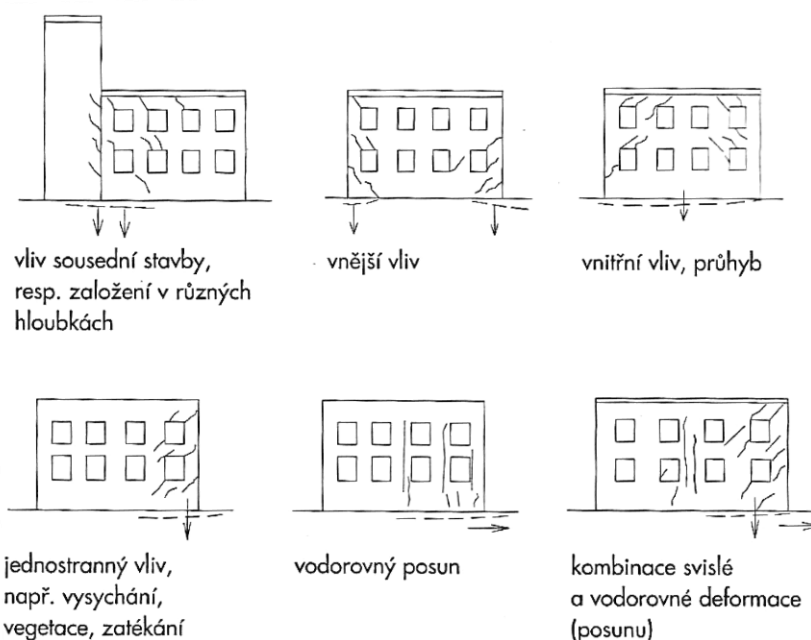
Obr. 44 Porušení hliněného zdiva trhlinou



Obr. 45 Trhlina v hliněném zdivu

Trhliny vzniklé změnami základových poměrů

Poměrně rozsáhlou skupinou poruch svislých zděných konstrukcí jsou poruchy způsobené vynuceným přetvořením od účinků změny stavu základové spáry (Obr. 46), tj. nerovnoměrným poklesem, zakřivením v základové spáře atd. Sednutím základové půdy dochází zároveň k poklesu základů budovy, který se na zdivu projevuje charakteristickými trhlinami. Jejich směr je přibližně kolmý na hlavní tahové napětí, přičemž vršek trhliny se naklání na stranu, kde nastal pokles. Z jejich rozložení a sklonu se usuzuje na příčinu poklesu základů, aby ji bylo možné odstranit před zahájením vlastní rekonstrukce objektu.



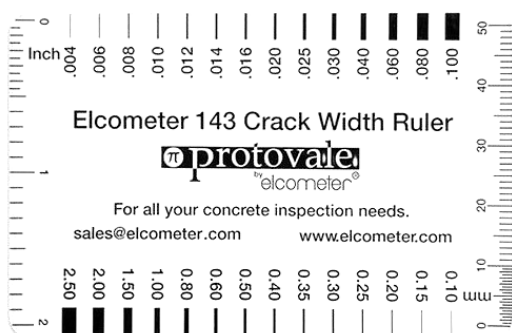
Obr. 46 Vliv podloží na tvorbu trhlin

Aktivita trhlin

Aktivní trhlin jsou takové trhliny, které se stále pohybují, to znamená, že se mohou v důsledku okolních vlivů roztahovat i stahovat. Tyto trhliny jsou nebezpečné a vyžadují složitější zásahy. Aktivní trhliny se však mohou časem stabilizovat, ustálit a stanou se z nich trhliny pasivní, které se dále nerozšiřují ani nezvětšují. Za pasivní trhlinu se považuje ta trhlina, která se nepohybuje po dobu alespoň jednoho roku, neboť během roku dochází k teplotním změnám, které ovlivňují proces vývoje trhliny. V případě, že se tedy trhlina výrazně nemění ani v průběhu roku, se příčina poruchy považuje za jednorázovou, ukončenou, a pokud se nepředpokládá v budoucnosti opakování tohoto děje, je možné objekt opravit i bez odstranění příčiny poruchy. Ale v případě, že je trhlina aktivní, tzn. v pohybu, je bezpodmínečně nutno před opravou poruchy odstranit nebo alespoň eliminovat její příčinu. Při poruše stavby nevznikne pouze jedna trhlina, ale vznikne více trhlin ve více směrech. Proto se při hledání příčiny musí správně určit, které trhliny jsou hlavní a které vedlejší.

Měření šířky a aktivity trhlin

K měření trhlin se používají různé metody a přístroje. Nejjednodušší metoda pro zjištění šířky trhliny je optický způsob měření za pomoci příložné srovnávací karty (Obr. 47), na které jsou vyznačeny a popsány různě široké čáry. Karta se přiloží kolmo na směr trhliny a dle odpovídající šířky čáry se zjistí šířka trhliny. Místo měření je potřeba viditelně označit, aby se měření provádělo vždy na stejném místě (Obr. 48). Pro lepší zaměření se používá lupa nebo přenosný mikroskop.



Obr. 47 Příložná srovnávací karta



Obr. 48 Ukázka měření trhliny
s označením místa

Šířka trhliny se dále může měřit lupou přímo se stupnicí (Obr. 49) nebo mikroskopem s měřícím křížkem (Obr. 50). Měření šířky se provádí kolmo na směr trhliny s přesností 0,1 až 0,001 mm.

Endoskopem lze zjistit průběh trhliny v hloubce zdi, avšak trhlina musí být široká nejméně 1,5 mm, aby se do ní daný přístroj vlezl.



Obr. 49 Lupa se stupnicí



Obr. 50 Mikroskop s měřícím křížkem

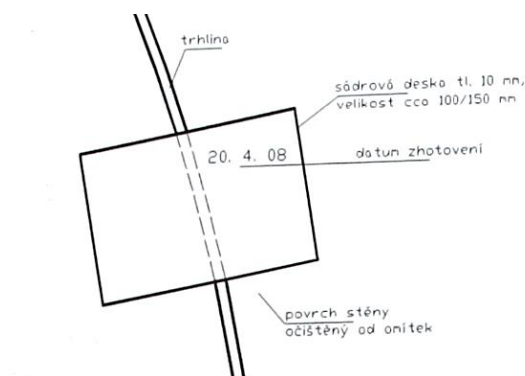
Uvedené metody výše slouží spíše k přibližnému určení šířky trhliny, jelikož malé deformace při aktivitě trhliny nejsme schopni pouhým okem rozlišit, i když u některých metod se měří šířka trhliny s přesností na 0,001 mm.

Nejčastější a zároveň také nejlevnější metoda k posouzení aktivity trhlín je pomocí sádrových nebo skleněných destiček (Obr. 51, Obr. 52). Sádrová destička se umístí kolmo přes trhlínu na očištěný a navlhčený povrch a vyznačí se na ni datum osazení a identifikační značka. Destičky je nutné kontrolovat v pravidelných časových intervalech, tj. přibližně po týdnu. Kontroluje se stav destiček, vznik nebo zvětšení trhlín s jejich příčnou šířkou, která se zaznamená do zápisníku. Přesné časové intervaly odečítání naměřených hodnot se určí v závislosti na povaze poruchy. Z naměřených a vyhodnocených hodnot se usuzuje rozsah a závažnost poruchy a navrhne se vhodný způsob jejího odstranění.

Při osazování je nutné zajistit správnou přídržnost destiček k hliněnému podkladu, pokud dojde k uvolnění destičky nebo jejímu poškození, destička se nahradí novou. Při osazování dalších destiček v čase a při ponechání původních destiček lze

zjistit časový průběh aktivity trhliny. Tento způsob měření trhlin je pouze informativní, výstupem je především konstatování, zda se jedná o aktivní, nebo pasivní trhlínu.

Podobně lze trhliny sledovat pomocí proužků skla, které se nalepí kolmo přes trhlínu do sádrové malty. Skleněné destičky jsou obvykle tloušťky 2 mm, šířky 20-30 mm a délky 50-80 mm na každou stranu trhliny. Ani v tomto případě se po porušení destička neodstraňuje, ale vedle ní se osadí nová destička rovněž s časovým údajem, aby bylo možno sledovat vývoj trhliny v čase.



Obr. 51 Sádrová destička ke sledování aktivity trhliny



Obr. 52 Aktivní trhlina – porušení sádrové desky

Při větších pohybech nebo při zjišťování přesnějšího pohybu trhlin se používají tenzometry. Tenzometry mají pevnou nebo nastavitelnou délku, na které se měří poměrná deformace. Citlivost a přesnost přístrojů je dána celou řadou faktorů, zvláště pak délkou měrné báze, citlivostí indikačního zařízení a možnostmi zvětšení. Spolehlivost výsledků závisí na pečlivém osazení přístroje a kvalitě styku s měřenou konstrukcí, kompenzování vlivu teploty a eliminaci jiných případných chyb měření.

Mechanické tenzometry (Obr. 53) – na každou stranu trhliny se osadí ocelové trny. Jejich vzdálenost se pravidelně měří pomocí indikátorových hodinek, které se upnou do přenosného rámu s jedním pevným a druhým pohyblivým hrotem. Vzdálenost posunu hrotu je mechanicky přenášena na úchylkoměr, kde je čtena s přesností na 0,01 nebo 0,001 mm. Před začátkem měření je potřeba provést kalibraci měřené délky pomocí srovnávacího etalonu, např. invarová tyč s určitou délkou. Následně se provede měření na osazených trnech a záznam měření se zapíše do protokolu.



Obr. 53 Holanův mechanický příložený tenzometr se základnou 200 mm, úchylkoměrem, kontaktním teploměrem a invarovou tyčí

Strunové tenzometry (Obr. 54, Obr. 55) – principem měření je určení frekvence vlastních kmitů ocelové struny předpjaté mezi dvěma trny na určené měrné délce. Po osazení struny se struna rozkmitá silovým impulzem vyvolaným krátkým proudovým pulsem do cívky, která je umístěna ve středu rozpětí struny. Cívka zároveň tvoří i funkci indukčního snímače. Tlumené kmity struny vyvolávají v cívce napětí o shodném kmitočtu, který je v měřící soustavě vyhodnocen jako perioda T nebo frekvence f . Výsledná frekvence tudíž závisí na délce struny, modulu pružnosti, měrné hmotnosti, napětí a deformaci struny a také na její tepelné roztažnosti.



Obr. 54 Povrchový strunový tenzometr



Obr. 55 Osazení strunového tenzometru na konstrukci

Kapitola 2.3.1 je čerpána ze zdrojů: (1), (3), (4), (6), (9), (10), (11), (12), (14), (15)

2.3.2 Nadměrné deformace

Hliněné zdivo má větší stlačitelnost než ostatní tvrdší materiály, proto při přetížení narůstá deformace nad přijatelnou mez. Při působení horizontálních sil dochází k boulení stěn nebo k jejich vyklánění. Schopnost hliněného zdiva podléhat velkým deformacím je patrná již při pohledu na staré chalupy, které stojí v různém stupni pokrivení již desítky let. Na obr. 56 lze pozorovat boulení stěny vzniklé nevhodným zakotvením stožáru pro elektropřípojku a na obr. 57 deformaci vnitřní stěny po odstranění stropní konstrukce. (3), (4)



*Obr. 56 Deformace
hliněné štítové stěny*



*Obr. 57 Deformace
vnitřní stěny*



Obr. 58 Odtržení stěny

2.3.3 Vychýlení zdiva

Vychýlení hliněných stěn je způsobeno vodorovnými složkami zatížení, jako je vítr, teplotní účinky, nevhodné konstrukční úpravy, tlaky krokví na pozednice, nedostatečné dimenzování klenbových opěr, zemní tlak apod. Pokud není stěna zabezpečena věncem nebo opřena o kolmou zeď dojde vlivem zatížení k vychýlení stěny, která se ve většině případů odtrhne od příčných stěn i stropů (Obr. 19, Obr. 58). Destrukce uvolněné stěny potom pokračuje velmi rychle. Nedostatečná hloubka základů v kombinaci s nedostatkem příčného ztužení jsou příčinou poruch u většiny starších objektů. (3), (4)

2.3.4 Úbytek objemu zdiva

Úbytek objemu složek zdiva může být plošný nebo hloubkový. Mezi plošné snížení objemu zdiva řadíme poruchy způsobené chemickými vlivy, jako jsou výkvěty

solí (Obr. 59) v důsledku hydratace rozpustných anorganických sloučenin. V materiálu vznikají vysoké tlaky, které působí na strukturu hliněného staviva vlivem cyklického procesu krystalizace a opětovného rozpouštění solí, jejímž následkem dochází k odpadávání hliněného materiálu stěny.

K dalším příčinám plošného úbytku zdiva patří povětrnostní vlivy (Obr. 60), které rozrušují zdivo formou eroze jeho povrchu.

Zdivo nejvíce poškozuje činnost a zásahy člověka do konstrukce. Do této skupiny se zejména řadí oslabení nosných prvků dodatečně vysekávanými otvory, drážkami, kapsami, vliv otřesů dopravy, nedostatečná údržba (Obr. 60, Obr. 61, Obr. 62) atd. K úbytku objemu dochází i působením vegetace ve stěně, kdy se kořeny rozrůstají, a tím porušují zdivo. Nepříznivě působí plísně a houby, které prorůstají celou tloušťkou zdiva a znehodnocují ho. (3), (4)



Obr. 59 Výkvěty solí na hliněné zdi



Obr. 60 Úbytek materiálů způsobený povětrnostními vlivy a nedostatečnou údržbou



Obr. 61 Vymývání hliněného materiálu dešťovou vodou – špatná údržba



Obr. 62 Následek špatné údržby objektu

2.3.5 Projevy poruch dřevěných konstrukcí

Poruchy dřevěných stropů a krovů se nejčastěji projevují trhlinami, hnilobou (Obr. 66), trouchnivěním, degradací materiálu způsobené houbami a dřevokazným hmyzem (Obr. 63, Obr. 64, Obr. 65), místním otláčením, nadměrnou deformací, vychýlením, oslabením průřezu neodborným zásahem. (3)



Obr. 63 Napadení dřevěné konstrukce dřevokazným hmyzem



Obr. 64 Napadení dřevěných trámů dřevokazným hmyzem



Obr. 65 Dlouhodobá vlhkost, dřevěná konstrukce je napadena houbami a plísněmi



Obr. 66 Porušení trámu dlouhodobým působením vlhkosti

2.4 Závažnost poruch

Statická závažnost poruch má tři hlavní stupně:

Staticky nevýznamné poruchy – neohrožují stavbu, jsou to obvykle závady pouze estetické, přesto ale působí na člověka psychicky nepříznivě, proto je vhodné tyto závady odstranit. V některých případech mohou být i nebezpečné, z tohoto důvodu se doporučuje vždy provést kontrolu poruchy.

Poruchy závažné – ze statického a funkčního hlediska žádají včasný a odborný sanační zásah (Obr. 67).

Poruchy havarijní – velmi vážné, vyžadují okamžitý zásah, který je základní podmínkou pro zachování konstrukce (Obr. 68). Nejdůležitější při havarijních poruchách je záchrana lidských životů. Následně se musí zvážit, jestli daný objekt staticky zajistit, nebo zbořit a postavit nový. Hlavní roli v rozhodování hraje ekonomická stránka věci.

Kapitola 2.4 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (11)



Obr. 67 Staticky závažná porucha



Obr. 68 Zřícení konstrukce vlivem havarijní poruchy

3 SANACE HLINĚNÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Výběr vhodné sanační metody a způsob jejího provedení tvoří rozsáhlou problematiku. Při výběru sanační metody se především přihlíží k aktuálnímu stavu konstrukce, k ceně plánované sanace a dále k časovým a prostorovým možnostem. Neexistuje jednoznačný pracovní postup při rekonstrukci či zesilování konstrukce, jelikož každá stavba je individuální a potřebuje vlastní přístup. Při rozhodování jsou rozhodující tyto faktory:

- Stupeň poškození konstrukčního prvku, celé konstrukce nebo její části
- Požadovaný stupeň zesílení
- Požadovaná životnost
- Technické možnosti a kvalita dodavatele
- Ekonomické možnosti majitele
- Zkušenosti zpracovatele

V první řadě se snažíme využít všechny rezervy stávající konstrukce. Rezervy konstrukce vzhledem k její funkci, požadované životnosti a době zvýšeného zatížení nacházíme zejména:

- V předdimenzované stávající konstrukci, která byla v minulosti využívána jen částečně.
- V možnosti snížení vlastní tíhy konstrukce, např. výměnou těžké střešní krytiny za lehkou, odstraněním silných vrstev násypů na stropě atd.

Pro využití rezerv v únosnosti je třeba opatřit a posoudit podklady ze všech hledisek. Po vyčerpání všech rezerv přichází na řadu zesilování konstrukcí. Přednost mají takové způsoby zesílení, které zachovávají stávající konstrukci a zesilovací práce se budou provádět mimo provozní plochy, např. rozšiřování základů z venkovní strany, zesilování stropů z horní strany bez porušení podhledu. Dále je vhodné, když může být použito v minimální míře lešení, provizorní podpěry a složitější technologie a technika.

Přehled používaných sanačních metod hliněných staveb je rozdělen podle části konstrukce stavby na sanaci základů, sanaci svislých nosných konstrukcí a sanaci vodorovných konstrukcí. (3), (4), (11)

3.1 Základové konstrukce

Základové konstrukce nacházíme u většiny hliněných staveb, a to především u staveb, které byly budovány majetnější vrstvou obyvatelstva pod dohledem stavitele. Nejčastěji se setkáváme se základy, které jsou vyzděny z lomového kamene na hliněnou maltu. V menší míře nalézáme základy kamenné volně naházené do výkopu prosypané hlínou a základy hliněné. U většiny staveb je hloubka založení nedostatečná a základová spára leží v zámrazné hloubce mělce pod terénem (Obr. 30). Tento problém není pouze problémem hliněných staveb, ale všech staveb starších šedesáti let, tedy i domů z pálených cihel. Zmíněné nedostatky se pomalu odstraňují při přestavbách a rekonstrukcích objektů. (3), (4), (5)

3.1.1 Průzkum základových konstrukcí

V případě základových konstrukcí se doporučuje provést orientační vyšetření a ověření jejich stavu a způsobu provedení i v případě, že na stavebním objektu nebo konstrukci nebyly zjištěny žádné poruchy ani vady zmenšující spolehlivost, a nejsou-li základy objektu modernizací, popř. rekonstrukcí ovlivněny. Jelikož pro nepřístupnost základů se porucha s původem v základové půdě nebo v samostatných základech zjistí až při následném porušení horní stavby, přičemž porucha ve spodní stavbě je již značně rozvinuta.

Podle náročnosti stavby je třeba provést i geotechnický průzkum a ověření hydrogeologických podmínek. Vysoká vlhkost zdiva bývá nejčastěji příčinou znehodnocení základového zdiva a zdiva v suterénu. U starších objektů většinou chybí izolace proti zemní vlhkosti, která zabraňuje šíření vlhkosti do zdiva, a proto se dodatečně vkládá při sanaci základů.

Skutečný stav základových konstrukcí jako jsou rozměry, uspořádání, materiál, hloubka založení atd. se obvykle zjišťuje kopanými sondami (Obr. 29). U staveb, ke kterým existuje původní dokumentace, lze stav základů zjistit i z ní. Mnohdy však, ale skutečné provedení základů neodpovídá dokumentaci, a proto se doporučuje provést alespoň dílčí ověření skutečného stavu základových konstrukcí. Při provádění sond je nutné provést potřebná statická opatření pro zajištění stability a spolehlivosti konstrukce.

Vlastnosti materiálu základové konstrukce se zjišťují odborným odhadem nebo odebráním vzorků, popř. zkouškami na místě. Je nutné prověřit složení a staří konstrukcí, vliv a agresivitu základového prostředí. Je-li objekt založen pod hladinou podzemní vody, velká pozornost se věnuje možným účinkům agresivní vody.

Jestliže na základě průzkumu vznikne podezření, že základové konstrukce neodpovídají technickým požadavkům, musí být vlastnosti základových konstrukcí určeny zkouškami. Stejně je to i v případě, že byly zjištěny poruchy způsobené stárnutím, korozí nebo použitím nevhodného materiálu v základových konstrukcích.

Při podrobném průzkumu základových poměrů postupujeme podle normy ČSN 73 0090 "Zakládání staveb a geologický průzkum pro stavební účely". Kopané sondy se umísťují do bezprostřední blízkosti základů a jejich umístění a rozsah závisí na konkrétních podmínkách objektu. Zjišťujeme nejen rozměry, stav základových konstrukcí a hloubku založení, ale také vlastnosti základové spáry a složení a vlastnosti základové půdy.

Odebrané porušené vzorky ze sond slouží k laboratornímu rozboru a ke klasifikaci zemin. Naopak neporušené vzorky slouží pro stanovení fyzikálně-mechanických vlastností základové půdy, objemové hmotnosti, smykové pevnosti, stlačitelnosti a vlhkosti zeminy. Na základě uvedených rozborů se určí únosnost a stlačitelnost základové půdy. Obecně lze říci, že průzkum musí spolehlivě prověřit všechny složky ovlivňující výpočtovou únosnost základové zeminy. (8), (11), (22)

3.1.2 Sanace základových konstrukcí

Sanace základů se provádí v případě:

- Porušení základů
- Nedostatečné hloubky základové spáry
- Překročení mezního stavu základové půdy
- Prevence – při plánovaném přetížení základů, při rekonstrukci

V minulosti již byla vynalezena celá řada sanačních technik, které se používají k sanaci základových konstrukcí. Tyto techniky lze použít k sanaci všech stavebních objektů. U hliněných staveb se snažíme volit levnější sanační techniky, protože hliněné stavby jsou obvykle jedno až dvoupodlažní a tudíž zatížení od horní stavby není tak veliké. Zvolená sanační technika závisí nejen na vhodnosti využití dané techniky vzhledem k působení na horní stavbu, stavby v okolí, na dostupnosti, ale i na ceně a dalším.

Úkolem sanace základů obvykle je:

- Sanace porušeného základu vyspravením nebo výměnou
- Prohloubení základové spáry podezděním, podbetonováním, případně podepřením mikropiloty
- Snížení napětí v základové spáře rozšířením nebo odlehčením konstrukce horní stavby
- Zvýšením únosnosti základové spáry injektáží zeminy
- Kombinace

Sanace porušených základů

Porušení může být způsobeno stářím materiálu, vymýváním hliněné malty proudící vodou, rozrušením základového materiálu spodní agresivní vodou, působením vlhkosti a mrazu, špatným zděním, přetížením základových konstrukcí a použitím nevhodného nebo vadného materiálu.

Vyspravení se provádí u základů s porušenými povrchovými vrstvami. Cílem vyspravení je zpevnění a ochrana základů, aby nedocházelo k dalšímu rozrušování více do hloubky. U více narušených základů je nutné přistoupit k výměně původních základů. Postup opravy je obdobný jako při prohloubení základové spáry. Kameny se po krátkých úsecích z prostoru základu odstraní, až na zdravé jádro a základ se provede znovu dle stanoveného postupu. Výhodné je provést nový základ z betonu proloženého kameny, ten můžeme realizovat pouze, pokud se nejedná o historicky cennou stavbu. Kameny z původního základu se mohou po očištění znovu vložit do nového kameno-betonového základu.

Prohloubení základové spáry

Jestliže jsou základy málo hluboké, podezdí se (Obr. 69), podbetonují se (Obr. 70) nebo se zvýší okolní terén tak, aby pata základů zůstala trvale alespoň 0,8-1,2 m pod úrovní terénu. Dále se prohloubení provádí při rozšiřování stávajících základů, při jejich výměně, případně potřebném doplnění materiálu v základech, nebo staví-li se těsně vedle budovy nová stavba s výrazně hlubšími základy. Zároveň s podezděním nebo podbetonováním se provádí i dodatečné vložení izolace proti zemní vlhkosti.



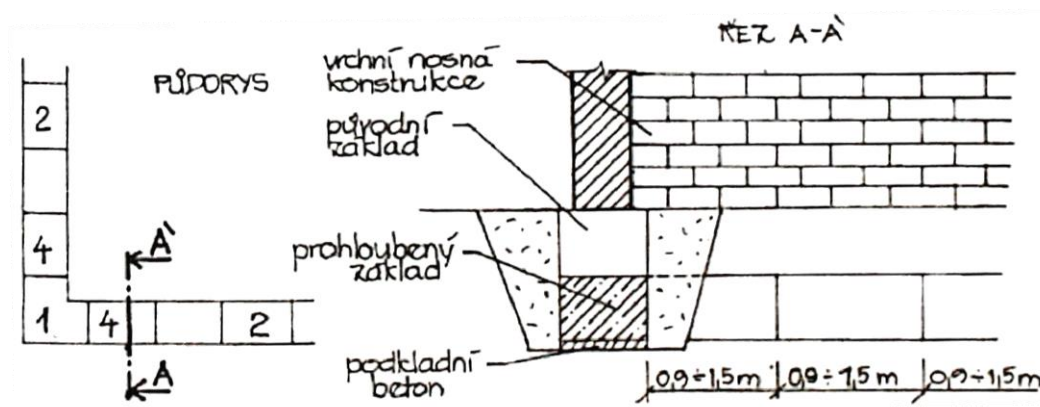
Obr. 69 Prohloubení základové spáry – podezděním



Obr. 70 Prohloubení základové spáry – podbetonování

Základním pravidlem k prohloubení základů je, že se základ prohlubuje postupně a střídavě, aby nedošlo k porušení konstrukce budovy (Obr. 71). Nový prohloubený základ lze provést z kamene, betonu, betonových tvárnic, ostře pálených cihel a vápenocementových cihel. Podchycovaný základ musí být alespoň z jedné

strany přístupný. U volně stojících objektů se obvykle z venku v těsné blízkosti základů vyhloubí pracovní šachta (Obr. 72), ze které se daná činnost vykonává.



Obr. 71 Prohloubení základů – pracovní postup

Prováděný úsek jednotlivých částí nového prohloubeného základu je cca 1m, přičemž na obě strany musí být minimálně dvojnásobná vzdálenost, kde je konstrukce pevně podepřena zeminou nebo novým funkčním základem. Postup začíná vždy od nejvíce zatěžovaných částí základů, např. meziokenní pilíře, nároží budovy, nosné sloupky nebo pilíře. Ve vybrané části se starý základ podkope v hloubce 0,75-0,90 m. Spodní plocha starého základu se očistí, odstraní se kameny, které v základu dobře nedrží a spodní líc se postříká vodou. Tím se dostaneme až k samotnému podezdívání nebo podbetonování základu, kde zvýšenou pozornost věnujeme soudržnosti mezi novým a starým základem. Další prohlubování mezilehlých částí je možné teprve poté, až nové části základů jsou schopné přebírat odpovídající zatížení.



Obr. 72 Pracovní šachta k prohloubení základů



Obr. 73 Zabezpečení hliněné stěny montážními úhelníky

Na rozdíl od prohlubování pod zdivem z cihel plných pálených, kde zdivo nad podbetonovávaným úsekem drží klenbovým efektem bez nutnosti dalšího podepření, je třeba hliněné zdivo nad daným úsekem staticky zajistit. Tahové pevnosti hliněného zdiva jsou zanedbatelné a mohlo by dojít k vypadnutí bloku zdiva. V praxi se k statickému zajištění zdiva doporučuje použití dvou úhelníků (Obr. 73), které se vloží do spáry hliněného zdiva a zajistí se vzájemným sešroubováním. Až po zatvrdnutí základu se mohou úhelníky sundat a použít na další úseky.

Podepření základů mikropilotami

Tato metoda se používá u nerovnoměrného nebo zvýšeného sedání, v případě neúnosného podloží ve vrchních vrstvách v úrovni stávající základové spáry. Pomocí mikropilot se zatížení z konstrukce přenáší do hlubších únosnějších vrstev zeminy. Mikropiloty mají nejčastěji průměr 125 mm a lze je provádět svisle nebo šikmo (Obr. 74). K jejich výrobě se používají maloprůměrové vrtačky (Obr. 75), které lze umístit do těsné blízkosti staré konstrukce, a to i ve stísněných prostorech.

Vrtání se provádí s jílocementovým výplachem, který má ve vrtu pažící funkci. Do provedených vrtů se následně vkládají perforované neboli děrované trubky, přičemž otvory jsou kryté manžetami. Po uvolnění manžet se trubkou od spodní části k horní přivádí cementová kaše, která spolu s ocelovou trubkou tvoří dřík mikropiloty. Návrh mikropilot se určuje statickým výpočtem podle požadovaného zatížení.

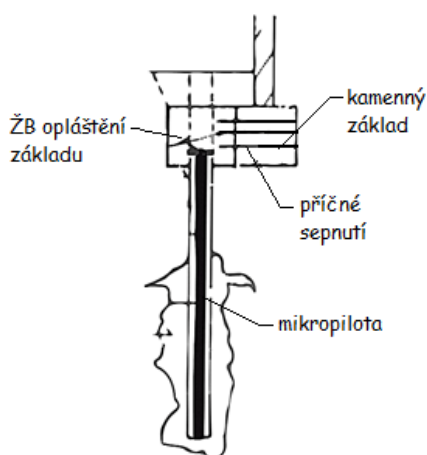


Obr. 74 Podepření základů svislými a šikmými mikropiloty



Obr. 75 Ukázka výroby mikropilot maloprůměrovou vrtačkou

Tato metoda není příliš vhodná pro dodatečné podepření základů hliněných staveb. Do mělkých kamenných základů zděných na hliněnou maltu nelze mikropiloty bez dalších úprav zakotvit. Je nutno provést zpevnění základů železobetonovým opláštěním (Obr. 76, Obr. 77) a následně je v pravidelných rozstupech napříč přes kamenný základ sepnout. Po této úpravě lze bez problému zakotvit mikropiloty do základů. Při špatném stavu základů může opláštění představovat téměř výrobu nových základů, a proto je důležité promyslet a zvážit všechny souvislosti včetně finanční náročnosti této metody.



Obr. 76 Schéma podepření základu mikropilotou



Obr. 77 Železobetonové opláštění základů s použitím mikropilot

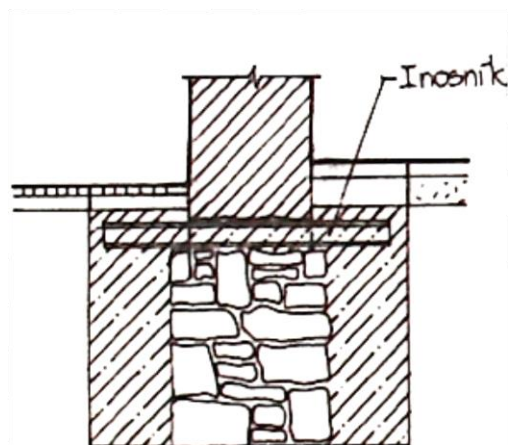
Rozšíření základů

Pokud došlo k přetížení základové půdy, je nutné rozšířit plochu základu s ohledem na únosnost zeminy. Musíme si však uvědomit, že podloží pod stávajícím základem je v průběhu let již zkonsolidováno, ale pod novou rozšířenou částí nikoli. Proto rozšíření základů je vhodné zejména u málo stlačitelných zemin, to jsou především nesoudržné zeminy. Často se rozšíření základů provádí při plánovaném zvětšení zatížení v základové spáře, to je například při plánované nástavbě nebo změně provozu v objektu.

Základy se zpravidla rozšiřují na úrovni základové spáry na jednu, popř. na obě strany od původního základu (Obr. 78). Velkou pozornost je třeba věnovat spolupůsobení staré a nové části rozšířeného základu a také zajistit přenos zatížení do obou těchto částí. Pro správné spolupůsobení základů je třeba očistit boční stěny stávajícího základu od hlíny a povrchově vyškrábat spáry, aby se beton zalil do všech nerovností a zvýšila se soudržnost mezi novou a starou částí.

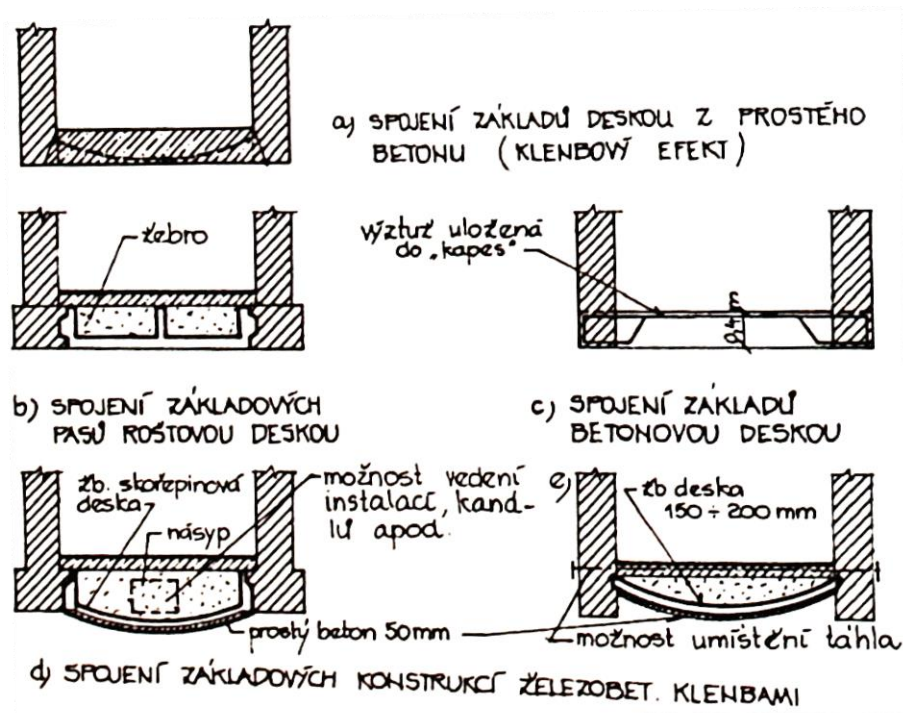


Obr. 78 Rozšíření základu z vnější strany – prostým betonem



Obr. 79 Vložení válcovaných ocelových profilů – roznos zatížení i do nově rozšířené části základu

U hliněných staveb se k rozšiřování základů využívá příčných roznášecích nosníků. Válcovaný I profil se vloží mezi hliněnou stěnu a základ, aby se zajistil přenos zatížení i do nově přibetonovaných částí základů (Obr. 79). Další možností bez nutnosti zásahu až do základové spáry původního pasu je zesílení základových pasů souvislou deskou nebo příčnými pasy. Tento způsob provádíme, nejsou-li základy od sebe příliš vzdálené, a zároveň je-li mezi nimi volný prostor. Obojí využívá zvýšené únosnosti a spolupůsobení navržené konstrukce se zemínou. Na obr. 80 jsou znázorněny konstrukce ztužujících desek v různých variantách.



Obr. 80 Provedení obrácených kleneb pro roznesení zatížení na větší plochu

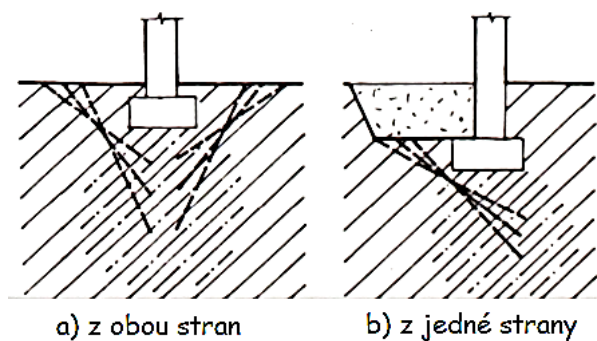
Odlehčení konstrukce horní stavby

Pro snížení napětí v základové spáře je možné využít velmi účinného způsobu odlehčení stávajících základů. Odlehčení základů se docílí snížením plošné hmotnosti stropů nebo střechy nebo se část zatížení přenesse do nově vybudované konstrukce základů. Jelikož vybudování nových základů je obvykle snadnější než zesilování stávajících základů.

Snížení plošné hmotnosti stropů nebo střechy se hlavně využívá, chceme-li přitížit stavbě v její jiné části. Obvykle se zatížení zvětšuje vkládáním nových vrstev do konstrukce nebo při provádění půdních vestaveb či nástaveb. Pro odlehčení základů se proto upřednostňuje druhá možnost, kdy se do konstrukce vkládají nové konstrukční prvky, které se uloží na vlastní nově vybudovaný základ (Obr. 81). Toto řešení se také často uplatňuje v případě, kdy v některých místech základů dochází ke kumulaci zatížení a k místnímu přetížení základů. Do nejvíce namáhaných míst se vloží podpory, které pomáhají přenést část zatížení do základů. Dodatečné podpory mohou být skryté v konstrukci stěny, tím nenarušují vnitřní prostor a současně odlehčují místnímu přetížení konstrukce zdi. Obvykle jsou dřevěné nebo ocelové. Dřevěné se sice používají s ohledem k životnímu prostředí, ale oproti tomu ocelové mají delší životnost.



*Obr. 81 Podepření průvlaku
vloženým sloupem uloženým na
samostatném základu*



Obr. 82 Injektáž základového podloží

Zvýšení únosnosti základové půdy injektáží

Úprava vlastností základové zeminy je metodou nepřímé sanace základových konstrukcí umožňující zvýšení únosnosti základové spáry a omezení sedání. Jde především o zvýšení únosnosti zeminy a snížení její stlačitelnosti za pomoci injektáže (Obr. 82).

Perforovanými injektážními trubkami, které se zabírají nebo zavrtají do zeminy, se pod tlakem vtlačuje do pórů injekční látka, např. cementové mléko, koloidní roztok vodního skla, popř. i směsi na bázi umělých hmot. Ucpáním pórů v zemině se zvýší její pevnost a zmenší její propustnost. Injekční látka se volí s ohledem na vlastnosti zeminy a účel injektáže. Vždy je třeba u injekčních látek ověřit její bezpečnost z hlediska uvolňování škodlivých látek do zeminy.

Tato metoda je především vhodná pro památkově chráněné stavby, kde je snaha zachovat původní provedení s nedostatečnými nebo chybějícími základy. Kvůli finanční náročnosti není uvedená metoda velmi rozšířená a používá se hlavně u velkých staveb. Cenu ovlivňuje i skutečnost, že injekční látka vtlačována do zeminy razí cestu nejmenšího odporu, v tom případě se může stát, že zaplní část kanalizačního potrubí nebo se bude šířit různými chodbičkami do větších vzdáleností.

Kapitola 3.1.2 je čerpána ze zdrojů: (3), (4), (9), (10), (11), (12), (14), (16), (26)

3.1.3 Zajištění konstrukce budovy při provádění sanace základů

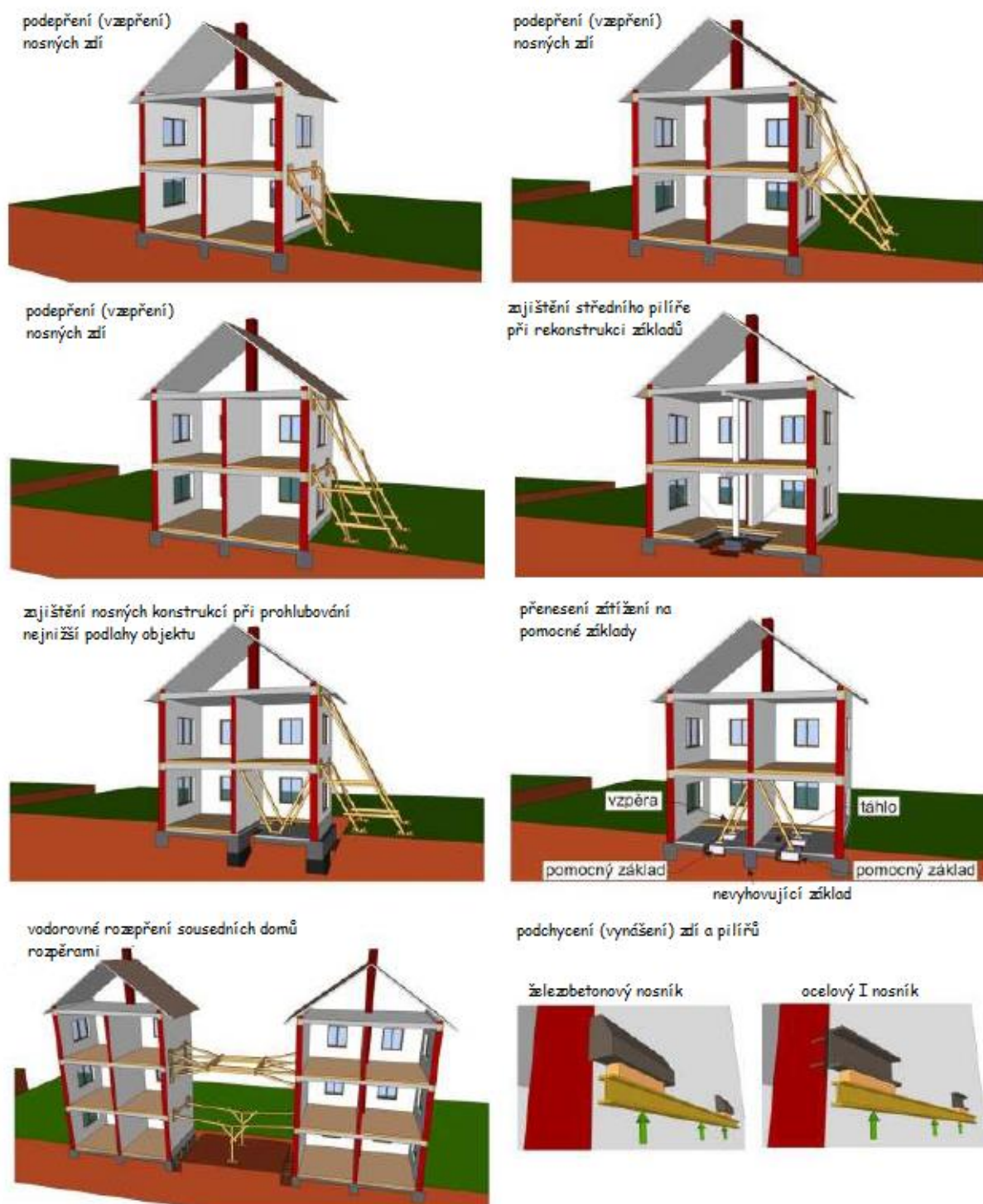
Před prováděním sanace, rekonstrukce základů je nutné provést zabezpečení a zajištění všech souvisejících konstrukcí a částí budovy. Způsob a rozsah zabezpečení se stanoví na podkladě podrobného rozboru. Nejdůležitější je zachytit svislé nosné konstrukce, které jsou přímo uloženy na rekonstruovaných základech. Provizorní pomocné konstrukce (Obr. 83, Obr. 84) mají za úkol bezpečně a bez nepřístupných deformací přenášet část, popř. celé zatížení z konstrukcí uložených na rekonstruovaných základech, do pomocných základů nebo do sousedních částí svislé nosné konstrukce a zároveň zabezpečit konstrukci budovy před případným porušením.

Svislé nosné konstrukce se většinou zajišťují vzpěrami, věšadly a nosníky, které musí mít dostatečnou únosnost a tuhost. Pomocné podpůrné konstrukce je třeba posoudit v oblasti jejího opření, podepření nebo zavěšení na nosnou konstrukci objektu. Abychom zamezili možnosti vzniku poruchy na nosné konstrukci přetvořením pomocné podpůrné konstrukce, je vhodné ji před zavedením zatížení aktivovat. Aktivace se obvykle provádí za pomoci klínů, stahovacích nebo rozpěrných šroubů, hydraulických lisů atd. Zvolený způsob zabezpečení konstrukce musí být v souladu s působením nosného systému a mechanickými vlastnostmi materiálu v konstrukci. U starších zděných konstrukcí je potřeba nejdříve zdivo příčně sepnout a následně zajistit roznos reakce v podélném směru. Je nutné posoudit, zda pomocná podpůrná konstrukce nezpůsobuje v některých průřezech nebo částech konstrukce odlišné namáhání, než na které byla navržena. U hliněných staveb, kde hliněné zdivo vykazuje menší pevnosti je statické zabezpečení konstrukce složitější, a proto jej musíme brát v úvahu při volbě sanační techniky základů.

(1), (11), (12), (16)



*Obr. 83 Podepření nosné zdi
vzpěrami při rekonstrukci
základů*



Obr. 84 Provizorní zajištění budovy při provádění rekonstrukce základů

3.2 Zděné hliněné stěny a pilíře

Zděné hliněné konstrukce, které nacházíme v našich stavbách, vyžadují různé druhy sanačních opatření v závislosti na jejich kvalitě, stupni porušení a na budoucím zatížení. Sanační techniky, které jsou vhodné pro hliněné zdivo, mají omezený rozsah. Například není vhodné použít železobetonové opláštění, ne proto, že by opláštění nedokázalo zvýšit únosnost hliněné konstrukce stěny, ale proto, že by beton potlačil všechny přednosti a příznivý vliv hliněných konstrukcí.

3.2.1 Průzkum zděných hliněných stěn a pilířů

K průzkumu zděných svislých konstrukcí používáme různé diagnostické metody a přístroje, které nám pomáhají získat informace potřebné k vyhodnocení konstrukce. Za prvé se zjišťují údaje a hodnoty spojené s vnitřními vlivy, např. velikost a pevnost cihel, pevnost a soudržnost malty, vazba zdiva, tloušťka a provedení ložných spár atd. Navazující součástí průzkumu zděných konstrukcí je stanovení poruch vzniklé vnějšími vlivy. V první řadě se kontroluje výskyt trhlin na povrchu těchto konstrukcí a případně se určí příčina jejich vzniku. Jelikož přítomnost trhlin a poruch mechanického rázu na zděných konstrukcích je v rozporu se způsoby jejich dřívějšího navrhování a dokazuje zhoršení jejich statické funkce a snížení jejich spolehlivosti. Dále se tam řadí problémy vyvolané působením vody, a to v jakémkoliv skupenství, nevhodné stavební zásahy a mnoho dalších.

Na základě průzkumu se tedy provede návrh sanace nebo rekonstrukce s ohledem na činitele, které ovlivňují únosnost a stabilitu konstrukce. Přitom je třeba dbát na statickou bezpečnost, ať už výběrem vhodného pracovního postupu sanace či rekonstrukce, tak i příslušným provizorním zajištěním konstrukce. Na základě výsledků hodnocení průzkumu se u jednotlivých konstrukčních částí určí, zda se ponechají beze změny, opraví, zesílí anebo vybourají. (11)

3.2.2 Opravy a úpravy svislých konstrukcí

Oprava je taková úprava zděného prvku, která zabezpečí jeho další funkčnost tím, že obnoví jeho schopnost přenášet zatížení v původní, případně snížené hodnotě, která je však dostačující pro nové využití objektu. Mezi běžné opravy řadíme doplnění

chybějících částí, výměnu vadných částí za nové a ochranu proti vnějším klimatickým vlivům.

Doplňování zdiva

Doplňování zdiva se nejčastěji provádí v případech, kdy je zdivo lokálně porušené nebo chybí část zdiva, přičemž zbylé zdivo je v poměrně dobrém stavu. Takové případy se nejčastěji vyskytují u obvodového zdiva, kde není zdivo chráněno před vnějšími vlivy, např. zatékáním vody vadnou krytinou střechy, odpadlé nebo ucpané okapy, únik vody z vadného potrubí, pronikání zemní vlhkosti atd. Při doplnění materiálu se jedná o návrat konstrukce do přibližně stejného stavu jako při výstavbě. Doplnuje se materiál, který během času zmizel nebo byl vyjmut, např. vypadlá cihla, odpadlá omítka apod. Doplnění se také provádí v případě, když se zazdívá bývalý otvor (Obr. 85), tj. většinou při změně okenních a dveřních otvorů.

Hlavní podmínkou k zajištění spolehlivosti opravovaného prvku je použití materiálu o větší pevnosti, než jaký je materiál v opravované konstrukci. Další důležitou zásadou je zajištění řádného spojení doplňované, dozdívané části se stávající konstrukcí. Výměna zdiva také úzce souvisí s bouráním otvorů, proto je nutné zjistit veškeré zatížení stěny až po budoucí otvor a dále je nezbytné zjistit skladbu zdiva v celé tloušťce zdi. Potřebné údaje nejlépe zjistíme sekanou sondou do zdiva.



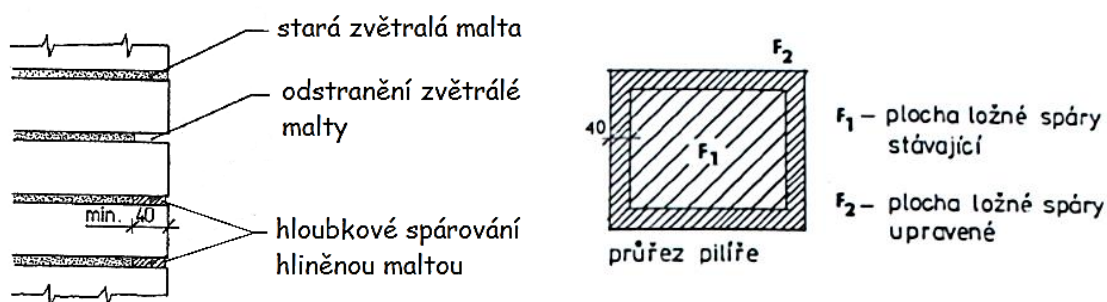
*Obr. 85 Zazdění
dveřního otvoru*

Hloubkové spárování

Jedná se o další formu doplnění zdiva a to zejména malty ve spárách poblíž líců stěn. Hloubkové spárování má za následek zvýšení pevnosti a celistvosti zdiva. Postupuje se tak, že okrajové porušené nebo vypadané vrstvy původní malty se nahradí novou maltou. Hloubkové spárování nám obnoví částečně spolehlivost zdiva, zabrání přístupu povětrnostních vlivů do jádra zdiva a prodlouží jeho životnost. Před zahájením vlastního spárování je třeba mechanicky odstranit zbylé zbytky malty, které mohou po rozmíchání ve vodě posloužit jako částečný zdroj doplňovaného materiálu.

Při hloubkovém spárování je vyměněna, nebo jen doplněna zvětralá malta v ložných a styčných spárách stávajícího zdiva, a to do hloubky přibližně 40 mm (Obr. 86). K vyplnění spár je vhodné použít maltu vyšší pevnosti ve srovnání s původní maltou, která je ve vnitřní části průřezu stávajícího prvku.

Ochrana proti vnějším vlivům obvykle zahrnuje i provedení vnitřních a venkovních omítek, případně zateplení objektu nebo zhotovení obkladů. Další možností ochrany proti vnějším vlivům může být zvětšený převis střechy, vytvoření verandy z vnější strany obvodové stěny, zabezpečení proti odstříkující vodě a jiné.



Obr. 86 Hloubkové spárování zdiva

Překlady nad otvory a dřevěné prvky ve svislé konstrukci

Překlady se běžně prováděly dřevěné z prken nebo fošen (Obr. 87), méně často pak klenby z hliněných cihel (Obr. 88). U starších hliněných staveb nacházíme především dřevěné překlady dubové, které jsou často v dobrém stavu a pak smrkové, které jsou v horším stavu, neboť vlivem působení vlhkosti jsou obvykle zčásti uhnílé. Dřevěné prvky se před vložením do stěn preventivně konzervovaly proti hnilobě, např. máčením do vápna, opalováním povrchu apod. Avšak v dnešní době jsou často dřevěné překlady poničené, proto se ve velké míře vyměňují za nové dřevěné překlady. U nových překladů je důležitá dostatečná délka uložení, která má být alespoň dvojnásobná ve srovnání s cihelným zdivem, tj. přibližně 300-600 mm. Sanace hliněné klenby nad otvorem se provádí buď pouhým vyspravením, anebo pokud už zdivo nevyhovuje z pevnostního hlediska, lze ho vyměnit cihlami plnými pálenými.

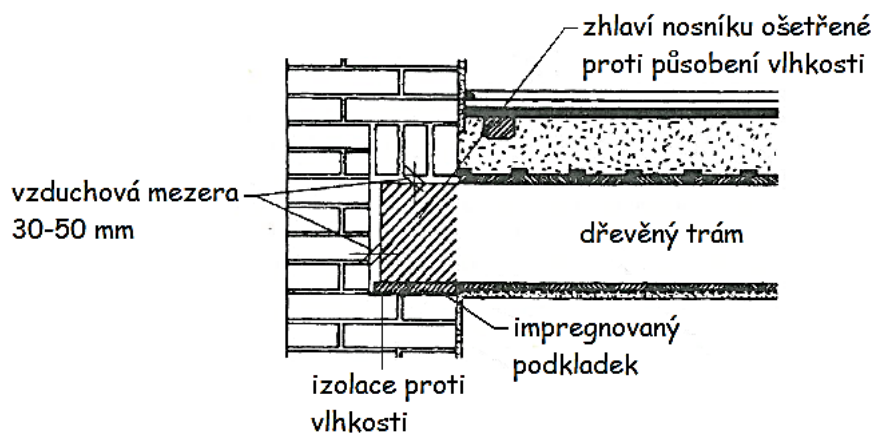


Obr. 87 Překlad z dubové fošny



Obr. 88 Klenba z hlíněných cihel

Dřevěné stropní trámy se ukládaly na fošnu nebo trámek, který se umístil na hlavu zdi hned pod úroveň stropu a zároveň plnil funkci dřevěného pozedního věnce (Obr. 89). Na hlavu půdní nadezdívky se zase ukládaly pozednice, do kterých se kotvily prvky krovu. Pro větší ztužení stěn s větší volnou výškou se přibližně do poloviny její výšky vkládaly dřevěné trámy, většinou v úrovni nadokenních a nadedvěrních překladů. Tohle řešení nacházíme obzvlášť u stodol, kterým při jejich větší výšce chybí stropní konstrukce, která by zastávala ztužující funkci objektu.



Obr. 89 Uložení dřevěného trámu do obvodové zděné konstrukce

Zateplení hlíněných stěn

Zateplení se provádí klasickým způsobem, doporučuje se kontaktní tepelně izolační systém, tj. provětrávaná fasáda se vzduchovou mezerou, nejlépe provedená z prodyšné tepelné izolace na bázi přírodních materiálů nebo minerálních vláken. Rozhodně není vhodný polystyren, který je neprodyšný a nedovoluje pronikání vodní páry směrem ven k vnějšímu povrchu stěny. Proto je nutné při výběru izolačního

materiálu zohlednit jeho součinitel difúzního odporu. Čím je tento součinitel nižší, tím je vyšší paropropustnost, a to znamená, že je izolační materiál vhodnější pro hliněné zdivo. Izolační materiál jako je rákos, ovčí vlna, konopí, a také minerální vata jsou sice nejvhodnější, ale také finančně nákladnější. Další možností tepelné izolace je pomocí slaměných ekopanelů, které se aplikují zevnitř na obvodovou stěnu.

Kapitola 3.2.2 je čerpána ze zdrojů: (1), (3), (4), (10), (17)

3.2.3 Zesilování zdiva

Při provádění sanací svislých konstrukcí lze, stejně jako u sanací základů, i tady použít řadu sanačních technik používaných pro zdivo z cihel pálených. U hliněných staveb jakožto přírodního materiálu se i při sanaci snažíme používat přírodní materiály, které mají stejné vlastnosti a chování pod zatížením.

Zesílení je taková úprava, která zvýší únosnost zděného prvku na požadovanou hodnotu. Současně s větší únosností je spojena i větší trvanlivost a tím i prodloužení životnosti. Návrh různých způsobů zesílení je plně závislý na kvalitě provedení, dodržení předepsaných technologických postupů a na aktivaci zesílení. Pokud některé předpoklady výpočtu nejsou dodrženy, může dojít k podstatným změnám v únosnosti zesíleného prvku. Proto je při veškerých stavebních pracích spojených se zesilováním konstrukce nebo její části důležitá zkušenost a dodržování stavební kázně.

Zabezpečení spolehlivosti zdiva lze dosáhnout:

Nepřímo – snížením jeho zatížení, např. odstraněním přebytečných podlahových vrstev, snížením užitného zatížení, vložení dodatečných podpor, které přenesou zatížení do základové půdy.

Přímo – za pomoci některé zesilovací metody. První možností je zvýšení pevnosti původního zdiva injektáží a druhá možnost je zvětšení průřezu konstrukčního prvku přidaným materiálem.

Vložení podpory

Tato metoda patří mezi nepřímé způsoby zesilování zdiva. Používá se především v oblasti přetížených částí konstrukce, kde dochází ke kumulaci zatížení, např. v místech uložení průvlaku (Obr. 81), při bourání velkých otvorů apod. Odlehčení

hliněné stěny koncentrovaným zatížením dosáhneme vložení dodatečných podpor, které se vkládají do nejvíce zatěžovaných míst, aby přenesly část zatížení stavby. Vložená podpora může být předsazená před nosnou konstrukci anebo schovaná uvnitř konstrukce, tím nám nenarušuje vnitřní prostor.

Často se dodatečně vložené podpory používají v případě, kdy je nosné zdivo silně porušené. Například pokud je stěna pod průvlakem porušená pouze svislou trhlinou, obvykle postačí pod břemeno umístit roznášecí prvek, který lokální zatížení roznese na větší plochu.

Injektování

Injektování je vyplňování trhlin a dutin injektážní hmotou pod tlakem (Obr. 90, Obr. 91). Výběr injektážní hmoty především závisí na šířce trhlin, velikosti dutin a pórovitosti materiálu a na účelu, pro který jej používáme. Injektování se zejména uplatňuje u historických objektů, kde se zdivo zpevní bez nutnosti jeho rozebrání nebo zakrytí a jeho vzhled zůstane zachován.

Trhliny, dutiny a póry jsou ve zdivu nerovnoměrně rozložené, proto i zvýšení pevnosti zdiva injektáží závisí na jejich rozložení a míře zaplnění. Z tohoto důvodu se mohou v jednom konstrukčním prvku objevovat výrazně odlišné výsledné pevnosti. Proto je nutné zvýšení kvality prokázat zkouškami (Obr. 92), nejlépe vývrty.

K injektování zdiva se nejčastěji používá chemických roztoků, které nejsou vhodné zvláště, máme-li snahu zachovat přírodní materiál stavby. Injektáž nám sice zvýší pevnost zdiva, ale bohužel na úkor předností a výhod hliněného zdiva, proto se nepovažuje celoplošné injektování za vhodnou zesilovací metodu.



*Obr. 90 Příprava
injektáže*



*Obr. 91 Zkouška
injektovaného zdiva*



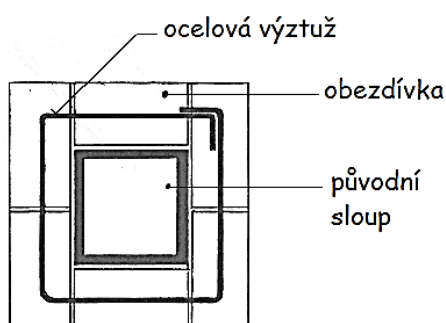
*Obr. 92 Kontrola proniknutí
injektované hmoty do zdiva
rozebráním zídky*

Přizdívání

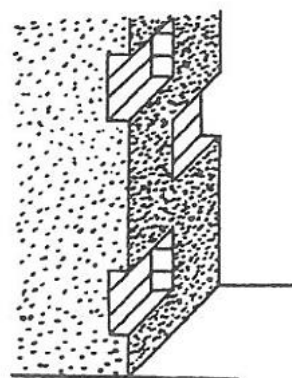
Nejstarší způsob zesílení zdiva je přizdívání. Používá se v případech, kdy je vhodné přenést zvýšené nebo změněné statické požadavky zvětšenou průřezovou plochou zděného prvku. Zvětšení plochy se provádí zdivem o větší pevnosti, než má zesilovaný průřez. S ohledem na deformace materiálů po vnesení zatížení se doporučuje pro přizdívku použít hliněnou maltu také o větší pevnosti, a to hlavně kvůli snížení vlivu dotvarování. Jelikož u staré části průřezu je již dotvarování nepatrné, a proto i v nové přizděné části se snažíme dosáhnout minimálního dotvarování, aby bylo možné z obou částí vytvořit jeden kompaktní celek.

Přizdívání se používá i z dalších důvodů, např. při doplňování zdiva při přestavbách, při posunech okenních a dveřních otvorů, při změnách dispozice, zvyšování tuhosti a stability stávající zděné konstrukce pomocí vložených stěn a podobně.

Před prováděním obezdívky (Obr. 93) je nutné očistit povrch původního zdiva, odstranit vrstvu omítky a vyčistit spáry tak, aby došlo k účinnému spojení starého a nového zdiva. Podle potřeby lze ložné spáry nového zdiva vyztužit vložením výztuže $\varnothing 6$ - $\varnothing 8$ do každé třetí až šesté spáry. V případě napojování nové zdi na stávající je třeba vzájemně stěny "provázat" pomocí kapes (Obr. 94), případně jiných kotevních prvků s původní zděnou konstrukcí. Zde je třeba si uvědomit, že nové zdivo sedá a dotvaruje se, a že je třeba s tímto posunem počítat. Postupuje se tak, že v čele staré zdi se vysekají kapsy na výšku 3-5 vrstev cihel do hloubky 150 mm. Před "zavázáním" nové hliněné zdi se musí kapsy vyčistit a důkladně navlhčit.



Obr. 93 Zesílení zdiva obezděním



Obr. 94 Tradiční úprava čela staré zdi ve styku s novou zdí

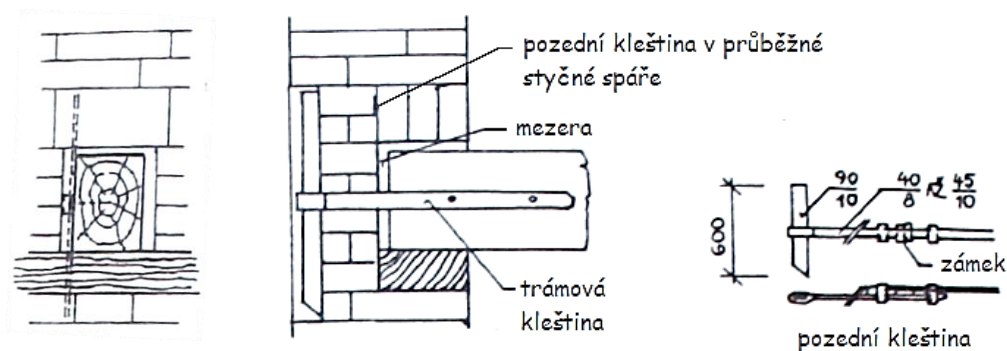
V současnosti se musí při rekonstrukcích starých objektů dávat pozor na vadně provedené konstrukční přizdívky, které byly provedeny z odlišných materiálů, a nebyly řádně spojeny s původním zdivem. Neboť přizdívka se při průzkumu objektu jen těžko rozpozná od kompaktního zdiva, a tím často dochází k mylnému výpočtu, který může vést až k havárii objektu.

Kapitola 3.2.3 je čerpána ze zdrojů: (1), (3), (4), (10), (12), (14), (16)

3.2.4 Zabezpečení tuhosti objektu

Konstrukci zabezpečujeme proti vychýlení, boulení nebo vybočení nejčastěji sepnutím, podepřením eventuálně jiným druhem kotvení. Účelem sepnutí opravované části konstrukce je její zabezpečení v potřebné poloze, které nám umožní další bezproblémové užívání objektu.

Hliněné stavby s dřevěnými trámovými stropy tvoří poddajnou konstrukci, která není schopna přenášet vodorovné zatížení ve své rovině. Ani kvalitní uložení trámu do zdiva pomocí trámových kleští (Obr. 95) nám nezajistí pevný styk mezi stěnou a stropní konstrukcí. Avšak u hliněných staveb často nacházíme pouhé uložení trámu do hliněného zdiva bez podkladního prvku a bez kleštin. Toto řešení nezajišťuje dostatečnou tuhost objektu a má obvykle za následek vychýlení stěny směrem ven v její horní části. Proto se musí provést dodatečné ztužení objektu, které nám zabezpečí spolehlivost hliněné konstrukce. Úkolem ztužení je zajištění přenosu vodorovného zatížení do štitových nebo jiných příčných stěn. Ztužení objektu se dosáhne jeho sepnutím, zvýšením tuhosti stropních konstrukcí nebo vložením dalších stěn. U rodinných domů používáme spíše první dvě varianty, jelikož vložení dalších stěn je nereálné z důvodu poměrně malých místností.



Obr. 95 Zakotvení dřevěného trámu do zdi pomocí trámových kleští

Nejčastěji se setkáváme s dvěma typy nutných oprav:

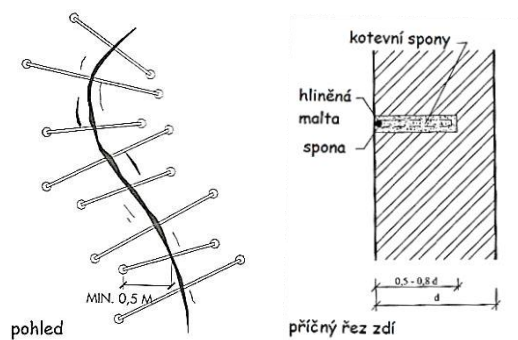
- Dodatečné spojení stěn v místě styku nesvázaných vazbou zdiva.
- Dodatečné zajištění tuhosti nevhodně provedené rekonstrukce – odstranění všech vnitřních stěn za účelem vzniku velkého prostoru.

Dodatečné provázání rohů stěn

Dodatečné provázání rohů stěn se provádí pomocí navrtaných trnů do zdiva, trny se osadí pod úhlem cca 15° a zainjektují se. Na hliněném domě na obr. 96 bylo aplikováno dodatečné provázání kolmých vnitřních zdí k obvodovým stěnám a sešití rohů objektu, dále bylo provedeno přikotvení obvodových stěn ke stropní konstrukci.



Obr. 96 Dům po dokončení sepnutí a dodatečného sešití stěn



Obr. 97 Sešívání trhliny ocelovými skobami

Sešívání trhlin

Metoda používaná především k opravě lokálních širších trhlin je vhodná pro hliněné zdivo pouze v kombinaci s dalšími úpravami, které zlepšují tuhost objektu, např. jeho sepnutí. K sešívání trhlin se používají ocelové skoby, betonové hmoždinky nebo helikální výztuž. Sešívání se provádí jednostranně nebo oboustranně, v závislosti na charakteru trhliny.

Ocelové skoby se osazují do předvrtaných otvorů kolmo k průběhu trhliny, a to ve vystřídáných vzdálenostech od trhliny (Obr. 97), abychom neoslabili konstrukci souběžně s průběhem trhliny. Pak se teprve může trhlina zainjektovat. Betonové hmoždíky se používají u silnějších a pevnějších zdí nebo u betonových konstrukcí.

Zvýšení tuhosti stropních konstrukcí

Tento krok musí předcházet před samotným sepnutím konstrukce. Nejvhodnější je kombinace některých z následujících možností:

- Přidáním dalších vrstev prken uložených diagonálně na záklop, které jsou ukončené masivním olištováním a zakotvené do stěn a podlahy.
- Pevným přikotvením dřevěných trámů k obvodovým stěnám (Obr. 98), jejichž úkolem je rozepřít podélné stěny na tlak, následné sepnutí nám potom zajistí přenesení tahových napětí.
- Vytvořením tuhé desky pomocí celoplošného přikotvení deskových materiálů, např. OSB desky, k záklopu nebo přímo na horní líc trámů. K zajištění požadované tuhosti musí mít deska tloušťku cca 30-50 mm.
- V případě, že je dřevěný strop značně poškozený, provede se jeho výměna. Společně při výměně stropu se obvykle zhotoví i železobetonový věnec (Obr. 99), na který se osadí nová stropní konstrukce. Železobetonový věnec je vhodným řešením hliněných staveb, obvykle se osazuje v šířce zdiva tak, aby byl z obou líců stěny zakryt hliněným materiálem.



Obr. 98 Provizorní kotva pro zajištění polohy stěny

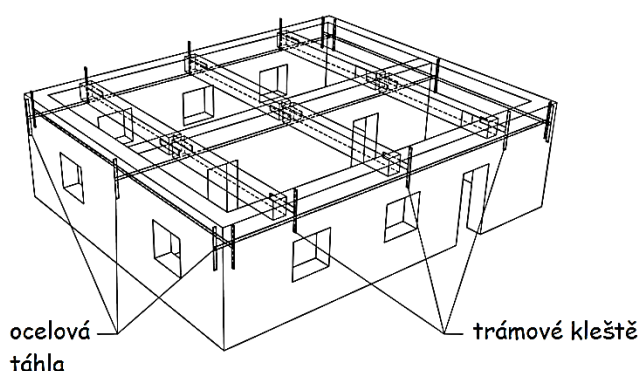


Obr. 99 Dodatečné provedení železobetonového věnce

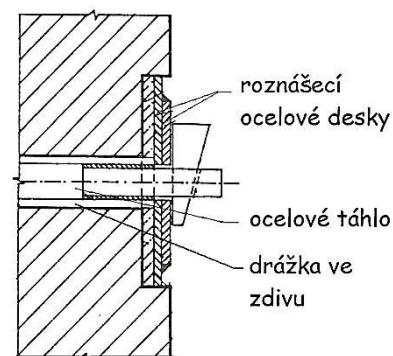
Sepnutí

Sepnutí objektu se provádí horizontálně v úrovních stropů (Obr. 100), případně základů, k tomu lze použít několik způsobů.

Pomocí táhel – tento způsob patří mezi klasické metody, kdy se zdivo sepne pomocí táhel do ocelových desek (Obr. 100, Obr. 101). Táhla bývají tvořena ocelovými tyčemi \varnothing 20-40 mm, které jsou na koncích opatřeny závity. Vkládají se do jádra průřezu zdi, popřípadě do vysekaných nebo vyřezaných drážek ve zdivu (Obr. 102), při vnějším nebo vnitřním líci stěny. Kotvení táhel se nachází v rozích objektu nebo v ploše zdi, kde jsou osazeny ocelové desky pro zajištění roznosu tlakových sil z táhel. Táhlo aktivujeme dotažením matic v místě kotvení, čímž do nich vneseme mírné předpětí. Tento způsob je vhodný hlavně u staveb s neporušenými stěnami. Místo ocelových desek lze též použít desky z tvrdého dřeva. U porušených stěn je vhodnější umístění fošen, popř. ocelových profilů (Obr. 103) po obvodu, aby poškozená stěna byla zachycena v co největší ploše. Táhla je nutno chránit nátěrem a hutnou omítkou před účinky koroze. Při použití menšího průměru a větší pevnosti oceli táhla dochází k většímu protažení táhla, platí zde Hookův zákon.



*Obr. 100 Princip sepnutí budovy
trámovými kleštěmi a
ocelovými táhly*



*Obr. 101 Ukotvení ocelového
táhla*



*Obr. 102 Drážka ve zdivu pro
vedení táhla*



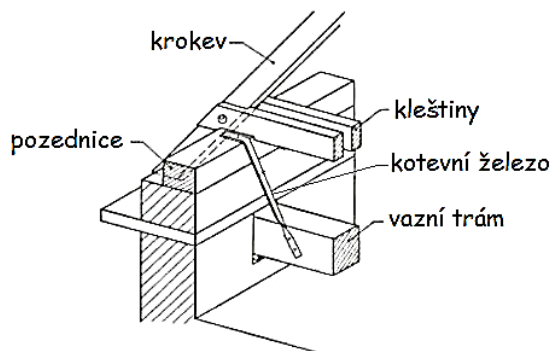
*Obr. 103 Kotvení pomocí ocelových
profilů k zajištění roznosu tlakových
sil na větší ploše*

Stažení hliněného objektu ocelovými předpjatými lany – toto řešení není vhodné, jelikož ve srovnání s ocelovými táhly se u této metody používají velké předpínací síly, kterou hliněné zdivo není schopno přenést. U hliněných staveb se obecně nedoporučuje užití takové předpínací techniky, která by byla pro hliněné zdivo příliš razantní, z toho důvodu je vhodnější postupné zpevňování.

Při postupném zpevňování objektu se v prvním kroku provede zpevnění stropu v jeho rovině celoplošným přikotvením fošen nebo desek na bázi dřeva. Následně se ke stropu přikotví stěna po obvodu sérií drobných kotev (Obr. 98), které spolehlivě zajistí přenos zatížení do kolmých stěn.

Stahováním nikdy nechceme stavbu vrátit do původního stavu, ale jen ji zafixovat v dané poloze, aby se již dále např. nerozjížděla a měla požadované statické vlastnosti. Při spínání hliněných stěn se snažíme zachovat přírodní materiál, proto se do konstrukce vkládá jen nezbytné množství ocelových prvků. Je zapotřebí upozornit, že sepnutím objektu vyřešíme horizontální pohyby jednotlivých stěn, nezabráníme však svislým pohybům, které jsou vyvolané například založením objektu v zámrzné hloubce apod., jak se mnoho investorů domnívá.

Hliněné stavby pravidelně nemají žádné horizontální ztužení, proto se při rekonstrukci doporučuje preventivně provést sepnutí stavby. Při volbě způsobu sepnutí vycházíme především ze stavu budovy, technologických možností dodavatele a ceny. Současně se zvýšením tuhosti objektu je nutno odstranit veškerá zbytečná horizontální zatížení vnášená do konstrukce. Nejčastěji jsou velká horizontální zatížení vnášena prostřednictvím nevhodně navrženého a provedeného krovu, dále pak zakotvením velkých břemen do štitových stěn (Obr. 56) apod. Takto přivozené poruchy zejména trhliny je možno spravit až po odstranění horizontálního zatížení, které se provede např. vložením táhel do konstrukce krovu nebo přikotvením pozednic ke stropu objektu (Obr. 104).



Obr. 104 Přikotvení pozednice
k vaznímu trámu

V hliněném stavitelství se prvotně stavěly střechy tzv. hambálkovou soustavou (Obr. 108, Obr. 109), kdy hambálek byl v úrovni stropu a přenášel vodorovné zatížení z každého páru krokví. Tím pádem se do hliněných stěn přenášelo pouze vertikální zatížení, které stěny byly schopné dobře přenést. S postupem času se stavby zvětšovaly a s tím i rozpon krovů, proto se do krovů začaly vkládat střední vaznice. Jejich problémem bylo, že část vodorovného zatížení se vnášelo do pozednic, které byly zakotveny do hlav stěn budov bez horizontálního ztužení. Tento problém řešíme rovněž, až po odstranění vodorovného zatížení, sepnutím budovy a zaplněním trhliny.

Kapitola 3.2.4 je čerpána ze zdrojů: (1), (2), (3), (4), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (17), (26)

3.2.5 Odstranění vlhkosti

V době, kdy probíhala výstavba současných starých hliněných staveb, se žádná izolace proti zemní vlhkosti nepoužívala. Rovněž se nepoužívaly střešní žlaby k odvodu dešťové vody ze střechy a tím docházelo k podmáčení obvodových stěn. Zřídka se pak prováděly kamenné sokly kryté vrstvou břidlice, která hliněné zdivo docela dobře chránila. Pro správný návrh odstranění vlhkosti je nutné provést podrobný průzkum stěny v místě zásahu. Z průzkumu se především zjistí, zda jsou stěny hliněné po celé výšce, nebo zda je stěna uložena na kamenných základech. Ty mohou být nerovnoměrně ukončené v místě soklu nebo nepravidelně přecházet až do hliněného zdiva.

Vlhkost ve stavebních konstrukcích je nežádoucí, jelikož způsobuje zrychlenou degradaci stavebních materiálů. Ve zdivu dochází k migraci agresivních solí, které ve vodných roztocích způsobují postupný rozpad zdiva a tím značně omezují životnost a spolehlivost konstrukce. Snížení vlhkosti dosáhneme např. snížením vlhkosti okolního prostředí, zabráněním vnikání vody do konstrukce - dobrá údržba střechy, vnitřních instalací, vložení nepropustných vrstev. V žádném případě nelze za odstranění vlhkosti považovat neprodyšné uzavření stěny obkladem nebo asfaltovým nátěrem, jak je mnohdy v praxi vidět. Tento způsob opatření má za následek zvýšení úrovně vlhkosti ve stěně, čímž dochází k rychlejší degradaci materiálu a ke zkrácení životnosti konstrukce.

S narůstající vlhkostí se zvyšuje objem zdiva a snižuje jeho pevnost. U novostaveb z hliněného materiálu je snaha užívat k výstavbě suché lisované cihly s nízkou vlhkostí a vysokou pevností. Jinak je tomu u starších staveb, které po celou dobu své životnosti byly nasycené určitým stupněm vlhkosti. Neboť snížení nebo odstranění vlhkosti má za následek tvorbu trhlin ve stěnách, takže stěna po vysušení bude sice složena z pevnějšího materiálu, ale ten nebude ve tvaru cihel, ale pouze z jejich zlomků. Toto popraskání nemusí být pravidlem, záleží na stupni odvlhčení, smrštitelnosti materiálu hliněného střepu a na řadě dalších okolností. Proto se ke snižování vlhkosti u starých objektů musí přistupovat uvážlivě a musí se zohlednit všechny faktory, které stavbu ovlivňují. (3)

V současné době se používá několik základních metod k odstraňování vlhkosti, avšak ne všechny jsou vhodné pro hliněné zdivo. Mezi klasické metody patří:

- Podřezávání a dodatečné vkládání nové izolace.
- Drenáže kolem základů k odvedení vody z jejich dosahu.
- Vytváření větracích otvorů k odvedení vodních par ze zdiva nebo základů.

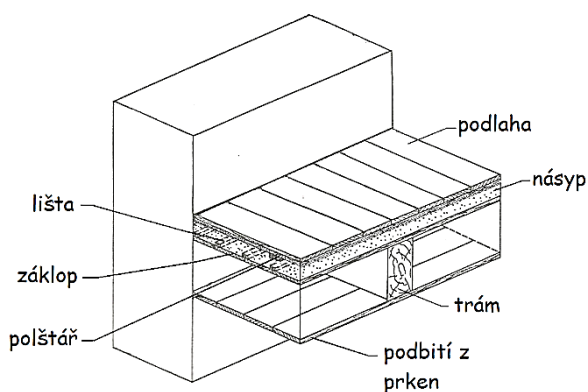
Z kapacitních důvodů nebudou metody k odstranění vlhkosti detailně rozebrány, jelikož nejsou hlavním předmětem této práce.

3.3 Dřevěné konstrukce zděných budov

Dřevěné stropní konstrukce – s tímto typem stropů se setkáváme u většiny starších objektů, jelikož v minulosti byly nejpoužívanějším typem stropní konstrukce. Podle způsobu konstrukce stropu je dělíme na povalové, trámové, fošnové a kazetové.

Nejrozšířenějším druhem byly stropy trámové, jejichž konstrukce se skládá z nosných dřevěných trámů, tzv. stropnic uložených na nosných zdech v kapsách (Obr. 89, Obr. 105). Na horním líci trámů je proveden záklop z prken, který slouží jako podklad pro podlahovou konstrukci. Styk trámů se zdí je ze statického hlediska kloubový s umožněným vodorovným posunem. Vlastní konstrukce dřevěného stropu není tuhá v horizontálním směru. Pro zajištění prostorové tuhosti objektu se některé dřevěné stropnice kotví, tzv. trámovými kleštěmi, které jsou připevněny na zhlaví trámů a zakotveny do zdi (Obr. 95). Více v kapitole 3.2.4 “Zabezpečení tuhosti objektu”.

U dřevěných stropů je nutné zajistit dostatečnou požární bezpečnost, ochranou dřevěné konstrukce nehořlavými vrstvami. Tento požadavek byl zajišťován provedením násypu na záklop a omítaného podhledu, tzv. rákosovou omítkou (Obr. 105, Obr. 106). S vyššími požadavky na bezpečnost a spolehlivost se stropní trámové konstrukce vyvíjely a vznikaly různé varianty.



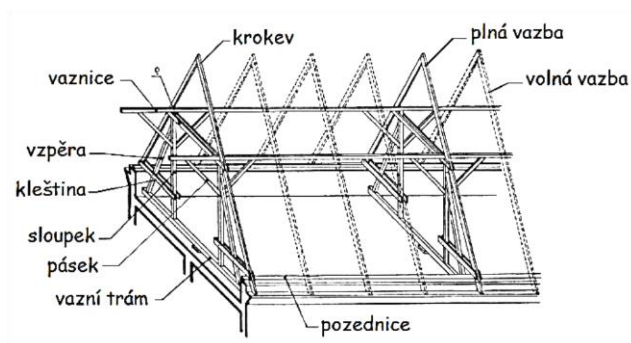
Obr. 105 Trámový strop s násypem a podhledem



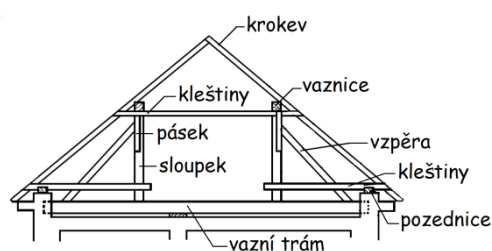
Obr. 106 Porušený trámový strop s násypem a omítaným podhledem

Dřevěné krovové konstrukce – jsou hlavní nosnou konstrukcí zastřešení. Přenáší zatížení od vlastní hmotnosti, střešního pláště a zatížení působícího na plášť do svislých nosných konstrukcí budovy. Vhodné je, aby svislé nosné konstrukce byly zatěžovány od krovu převážně ve svislém směru. Proto se šikmé síly, vznikající v krovu, zachycují vazními trámy, kleštinami nebo ocelovými táhly. Krov musí být dostatečně tuhý v podélném i příčném směru a konstrukce krovu musí být řádně zakotvena do podporujících svislých konstrukcí.

Vaznicová soustava (Obr. 107, Obr. 108) je nejrozšířenějším typem krovů. Je charakteristická tím, že krokve kladené ve sklonu střechy jsou podporovány vodorovnými vaznicemi. Vaznice jsou podepřeny ve vzdálenostech 4-4,5 m plnými vazbami, ve kterých sloupky a vzpěry přenášejí tíhu do hlavního vazního trámu.



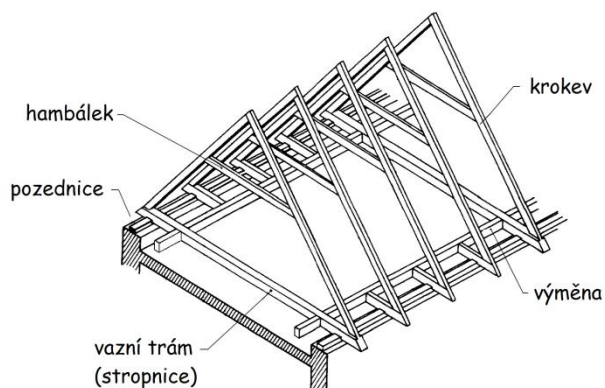
Obr. 107 Krov vaznicové soustavy



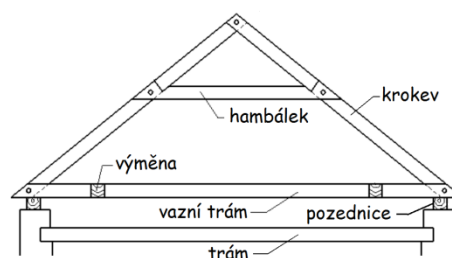
Obr. 108 Příčný řez krovem
vaznicové soustavy

U hliněných staveb je nejvhodnější hambálková soustava krovu (Obr. 109, Obr. 110). Ta se ve velké míře používala pro menší stavby s rozponem krovu 6-8 m. Její výhodou je přenos vodorovného zatížení hambálkem, který rozpíral každý pár krokví, a do stěn se přenášelo pouze svislé zatížení. U starších typů hambálkových krovů se krokve opíraly přímo o stropní trámy, které přenášely vodorovné reakce od krokví. Později byly používány vazní trámy a pozednice. Krokve se osedlaly na pozednice a ty se zakotvily k vazním trámům (Obr. 104) tak, aby byly zachyceny vodorovné síly vznikající v podporách krokví.

Kapitola 3.3 je čerpána ze zdrojů: (1), (4), (5), (8), (17)



Obr. 109 Krov hambálové soustavy



Obr. 110 Příčný řez krovem
hambálové soustavy

3.3.1 Průzkum dřevěných konstrukcí zděných budov

Dřevěné stropní konstrukce

Při průzkumu se musíme prvně zaměřit na kritická místa konstrukce. Největší problém dřevěných stropních konstrukcí je v místě uložení dřevěného trámu do zdiva, zhlaví trámu, kde hrozí nebezpečí hniloby, trouchnivění a výskyt dřevokazných hub (Obr. 66). Tento problém zejména nastává při použití nezdravého a vlhkého zdiva a při nedodržení zásad pro “volné” uložení zhlaví trámů s vyloučeným přímým stykem se zdivem (Obr. 89). Z tohoto důvodu je důležité věnovat zvýšenou pozornost všem trámům, u kterých může dojít ke zvýšení vlhkosti, např. v místě styku se zdí, v místech izolačních rozvodů a odpadů, v oblasti kondenzačních zón apod. Kondenzační zóna vzniká především v místech, kde jsou osazeny trámové kleště. Důvodem je kondenzace vodní páry na chladném povrchu trámových kleští v zimním období. Zkondenzovaná pára způsobuje korozi oceli a zvýšení vlhkosti ve zhlaví trámu, která přispívá k hnilobě, výskytu dřevokazných hub nebo dřevokazného hmyzu.

Ze statického hlediska je nutné prověřit únosnost trámů, které byly dříve navrhovány empiricky a z toho důvodu už nemusí podle současných norem vykazovat potřebnou únosnost v ohybu. V místě uložení trámu je nutné posoudit únosnost ve smyku a v otlacení a prověřit skutečný stav konců trámů. Únosnost trámů může být snížena sesychacími podélnými trhlinami, nadměrným výskytem suků a v úvahu se musí brát i staří dřeva.

Na konstrukci stropu zvlášť nepříznivě působí neprodyšné podlahové krytiny, jako je lino, PVC apod. V těchto případech se lze rovněž setkat s hnilobou a dřevokaznými houbami a to i uprostřed rozpětí dřevěných trámů. Při použití nevhodné podlahové krytiny je třeba prověřit stav trámů uvnitř stropní konstrukce, např. sondami nebo endoskopií.

Dřevěné krovové konstrukce

U této konstrukce je nutné prověřit všechna místa, kde došlo nebo často dochází k zatékání vody netěsnostmi nebo porušenou střešní krytinou. Zvýšená pozornost se věnuje místům uložení na pozednicové trámy, místům styku vazních trámů s půdní nadezdívkou, hřebenům střechy, úžlabím, římsám atd. Je třeba detailně vyznačit a určit místa s výskytem hniloby, trouchnivění, dřevokazných hub a hmyzu. Současně se sleduje případné porušení geometrie krovu, nadměrné přetvoření, stav spojů, funkce kleštín a vazních trámů.

Při statickém posuzování prvků je třeba prověřit, zda jsou v podporách vhodnými úpravami, tj. kleštiny, táhla apod., zachyceny vodorovné složky podporových reakcí. Dále zda je zajištěna prostorová tuhost krovové konstrukce v příčném a podélném směru vzhledem k účinku vodorovných sil a zda dimenze nosných trámů a spojů splňuje podmínky podle požadavků současné ČSN.

Průzkum zabudovaného dřeva ve stavbě je nutné provádět za provozu s jeho přirozenými vlastnostmi a s účinky, které na dřevo působí. Znehodnocení dřeva má mnoho příčin; vnější – nadměrná vlhkost, zatékání vody, přetížení konstrukce, poddimenzování, zeslabení, nadměrná teplota, nesprávné uložení; a vnitřní – nadměrná sukovitost, dřeň, nerovnoměrný průběh letokruhů apod. Předmětem průzkumu je komplexní posouzení výskytu dřevokazných hub, hmyzu a fyzikálně mechanických vlastností dřeva, včetně návrhu na jeho opravu a ochranu.

Kapitola 3.3.1 je čerpána ze zdrojů: (8), (11), (12)

3.3.2 Sanace dřevěných konstrukcí

Nosné stropní konstrukce přízemních budov pod půdním prostorem mají bez ohledu na použitý materiál ve stěně obvykle nedostatečnou únosnost, nedostatečný tepelný odpor a jsou poddajné. Proto při jejich sanaci je vhodné splnit všechny tři požadavky zároveň, aby se konstrukce nemusela za krátký čas znovu rozebírat. Při sanaci se doporučuje strop zabezpečit na požadovanou únosnost pro byty, a to i v případě když neuvažuje půdní vestavbu. Podle ČSN EN 1991-1 "Zatížení konstrukcí" je hodnota užitného rovnoměrného zatížení pro byty $1,5 \text{ kN/m}^2$, což je dvojnásobná hodnota ve srovnání s užitným zatížením pro půdy, tj. $0,75 \text{ kN/m}^2$.

Zesilování stropních konstrukcí se provádí mnoha způsoby, nejčastěji:

- Výměnou nevyhovujících profilů za nové.
- Příložkami
- Spřažením s další konstrukcí
- Podepřením nebo zavěšením konstrukce
- Ztužením spojů

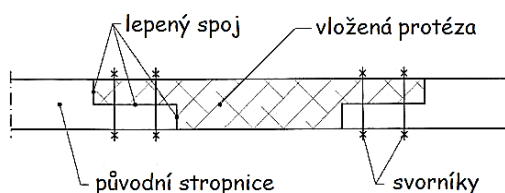
Výměna nevyhovujících profilů

Pokud je prvek porušený z větší části, provede se jeho výměna za prvek nový. V případě jedná-li se o lokální poškození, pak je možná výměna pouze jeho části. Největším problémem je zhlaví trámů, které je obvykle uhnílé, a proto se nahrazuje protézami, příložkami nebo provedením výměny.

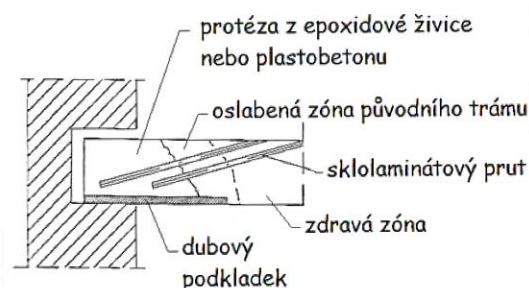
Protézování – se označuje doplnění zničené části prvku prvkem novým ve stejných rozměrech a převážně i stejného materiálu. Spojení protézy a stávajícího prvku se obvykle provádí tesařskými spoji, nejčastěji rovným nebo šikmým plátováním, které jsou sevřeny svorníky nebo vratovými šrouby s matkami (Obr. 111, Obr. 113, Obr. 114). Vhodné je prvky mezi sebou ve stycích slepit, případně zpevnit příložkami.

Další možností sanace narušených trámů je vyztužení sklolaminátovými pruty, sklolaminátem, injektováním, plastobetonem. Odstraněné zhlaví lze nahradit tzv. umělou protézou na bázi epoxidových pryskyřic vyztuženou kruhovými tyčemi ze

skelných vláken zakotvených do zdravého dřeva epoxidovou pryskyřicí (Obr. 112). V případě pouhého zesílení a zpevnění narušených částí se mohou použít sklolaminátové tyče, které se vloží do šikmo vyvrtaných otvorů a zainjektují se epoxidovou pryskyřicí. U dřeva porušeného sesychacími trhlinami lze udělat hloubková nebo povrchová injektáž pryskyřicí.



Obr. 111 Pohled z boku na plátování spoje protézy se svorníky



Obr. 112 Lokální oprava trámu pomocí umělé protézy

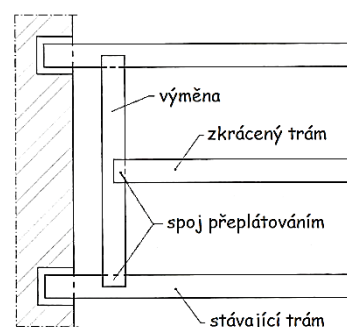


Obr. 113 Protéza zhlaví trámu – připojena šikmým plátováním a svorníky



Obr. 114 Protéza krokví připojena rovným plátováním

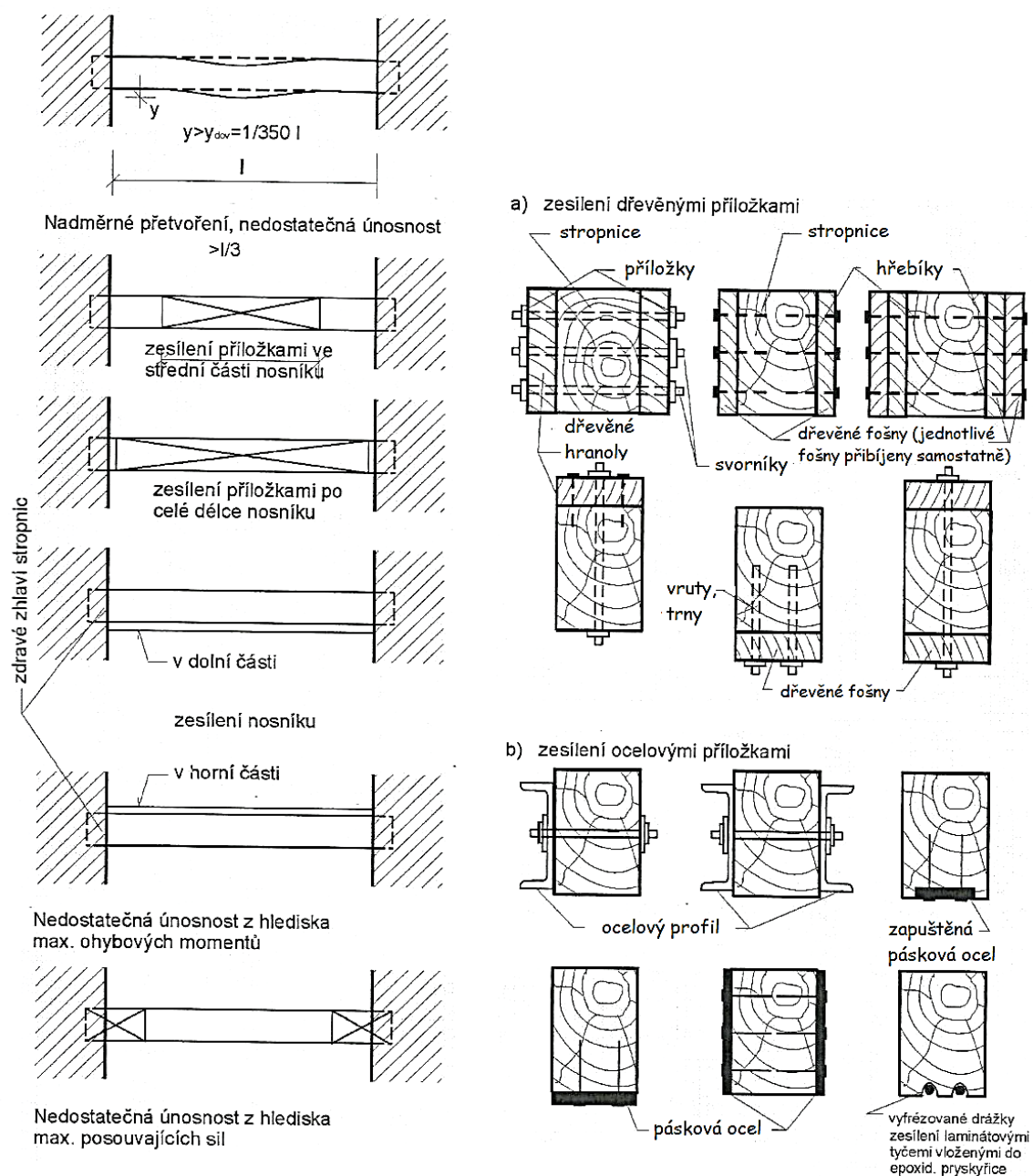
Provedení výměny – princip výměny je stejný jako u tzv. komínové výměny. Výměna se provádí mezi sousedními trámy a to jen v případě, že je uhnílé pouze jedno zhlaví, jelikož sousední trámy musí přenést zatížení z podporovaného trámu. Trámy, které přenášejí zvýšené zatížení, musí být neporušené a musí mít dostatečnou únosnost. Poškozená část trámu se odřeže a podepře se výměnou, která se osadí na sousední trámy za pomoci přeplátování (Obr. 115).



Obr. 115 Schéma výměny u trámu

Příložky

Zesílení dřevěných trámů (Obr. 116) a dřevěných prvků krovu lze provést dřevěnými nebo ocelovými příložkami (Obr. 117, Obr. 118). Příložky se provádí jednostranně, popř. oboustranně pro zvětšení šířky nebo výšky prvku, mohou být průběžné po celé délce prvku, nebo krátké umístěny jen v místě největšího průhybu. Je nutné zajistit řádné spolupůsobení zesilovaného prvku a přílozek. Spojení prvků s příložkami může být provedeno hřebíky, vruty, svorníky nebo šrouby, k zajištění lepšího spolupůsobení se doporučuje slepení jejich styčné plochy.



Obr. 116 Zesílení dřevěných trámů (stropnic) s nedostatečnou únosností

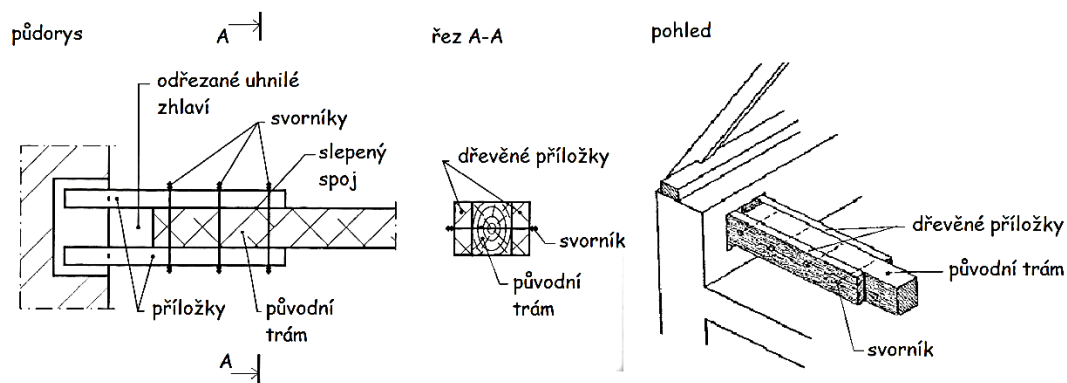


*Obr. 117 Zesílení dřevěných trámů
dřevěnými příložkami*

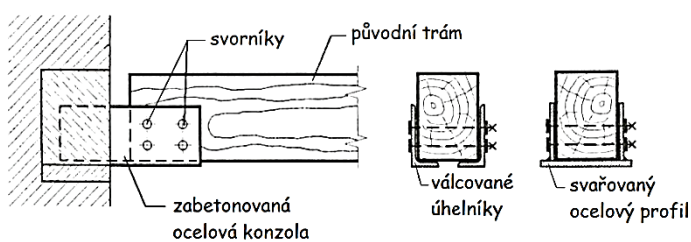


*Obr. 118 Zesílení dřevěných trámů
ocelovými příložkami*

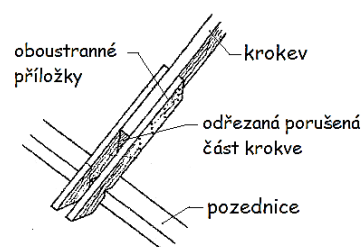
Příložkami lze nahradit uhnílou část trámu (Obr. 119, Obr. 120) nebo krokve (Obr. 121). Prvně se odřeže uhnílá část až na zdravé dřevo. Prvek se opatří příložkami v dostatečné délce a stáhne se svorníky, u stropních trámů se konec zasadí do rozšířené kapsy ve stěně. Ani u této možnosti řešení se nesmí zapomenout na vytvoření vzduchových mezer dřevěných prvků od stěny a uložení na nenasákavou podložku. Při použití ocelových příložek se trám vloží do ocelových konzol z válcovaných profilů, které se obvykle přikládají z bočních stran nebo ke spodnímu líci trámu.



Obr. 119 Oprava uhnílého zhlaví trámu dřevěnými příložkami



*Obr. 120 Oprava uhnílého zhlaví trámu
ocelovými příložkami*

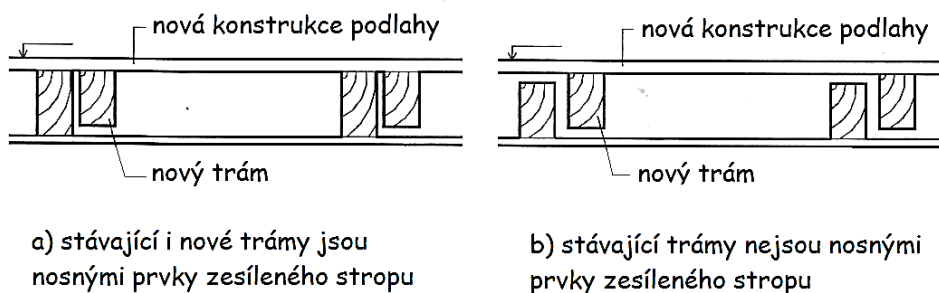


*Obr. 121 Oprava uhnílé
části krokve dřevěnými
příložkami*

Vložení dalších profilů

Toto řešení může představovat provedení celého nového stropu nad stávající strop s nedostatečnou únosností. Ze statického hlediska máme dvě možnosti provedení (Obr. 122) :

- Stávající i nové stropní trámy budou nosnými prvky zesíleného stropu.
- Stávající stropní trámy nebudou nosnými prvky zesíleného stropu, ponesou pouze podhled, který zůstane zachován. Nosnými prvky stropu budou trámy nové.



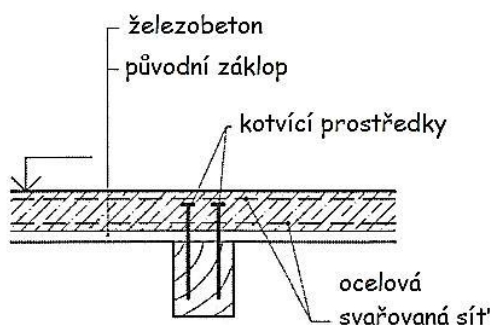
Obr. 122 Vložení nového stropního trámu

Spřažení původního stropu s doplňkovou konstrukcí

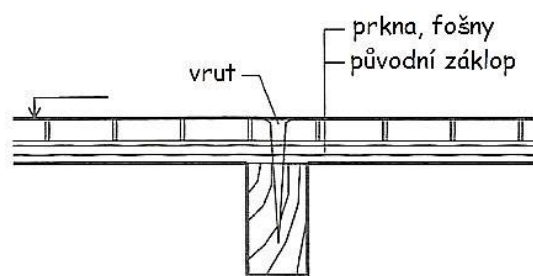
Nevyhovující dřevěný strop se spřáhne s betonovou deskou (Obr. 123) nebo s další vrstvou z fošen či prken (Obr. 124). Odstraní se podlahová konstrukce, případně násyp a na záklop se provede zesílení. K zajištění správné funkce zesíleného stropu je nutno vždy zajistit řádné spolupůsobení původního stropu se zesilující konstrukcí. Spolupůsobení mezi oběma konstrukcemi se dosáhne spřažením, které se provede pomocí vrutů, hřebíků a dalších spřahovacích prostředků.

Spřažení s železobetonovou deskou se využívá zejména v patrových domech. Použitím železobetonu se vytvoří tuhé stropní tabule, do nichž se v jednotlivých podlažích přikotví obvodové i vnitřní nosné stěny. Tím dojde k zvýšení tuhosti objektu. Nevýhodou je velká hmotnost, mokrá proces, zavlhčení dřevěné konstrukce a samozřejmě obtížné odvětrávání zbytkové vlhkosti v betonové konstrukci. Návrh spřažení desky se stropem musí být zajištěn statickým výpočtem, a to nejen v jeho definitivní fázi, ale i ve výrobní fázi, kdy čerstvě položený beton ještě nespolečně působí se stávající stropní konstrukcí. Není-li stávající dřevěný strop schopen přenést hmotnost čerstvého betonu, je nutné ho dočasně podepřít.

U hliněných rodinných domů je vhodnější pro zesílenou desku použít dřevěný materiál, který se celoplošně přišroubuje ke stropním trámům a k záklopu. Výhodou tohoto řešení je vyloučení mokrého procesu, který může zhoršit stav stávajícího dřevěného stropu. Deska stropní konstrukce se následně zakotví do obvodových stěn, a tím dojde k vodorovnému ztužení objektu. Technika spřažení vyžaduje odborný návrh a provedení.



Obr. 123 Spřažení dřevěného trémového stropu s betonovou deskou



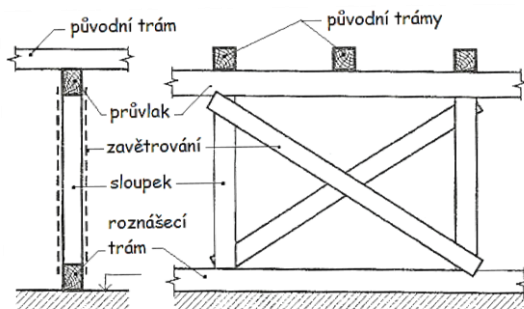
Obr. 124 Spřažení dřevěného trémového stropu s vrstvou prken nebo fošen

Podepření konstrukce

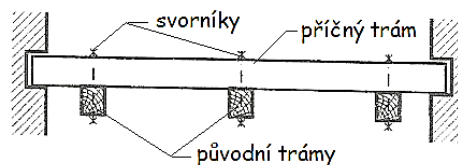
Je nejjednodušší způsob zvýšení únosnosti dřevěného stropu. Pod trémový strop se vloží průvlak ze dřeva nebo oceli, který se podepře sloupky (Obr. 125). Nové sloupky se však musí uložit na základ, nebo musíme jinak zajistit roznos zatížení, aby nedošlo k propíchnutí podlahy a dále sloupek nesedal, čímž by ztratil svoji funkčnost. V rodinných domcích není vytvoření sloupku uvnitř místnosti vhodným řešením.

Zavěšení konstrukce

Zavěšení stávajících trámů se provádí z horní strany stropní konstrukce na příčné trámy (Obr. 126), nosný rošt nebo ocelové nosníky. Způsob provedení je obdobný jako u vkládání nových profilů do konstrukce, akorát s tím rozdílem, že se prvky nekládají rovnoběžně a ve stejné výšce s trámy, ale příčně a na trámy. Nový trám, nosník zůstane skryt v podlaze vyššího podlaží a nebrání vybudování obytného podkroví.



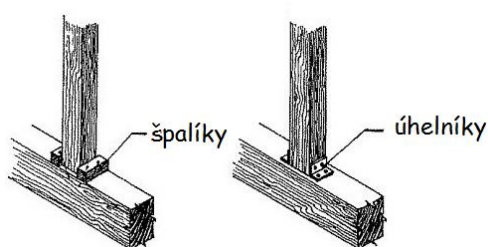
Obr. 125 Podepření trámů sloupky



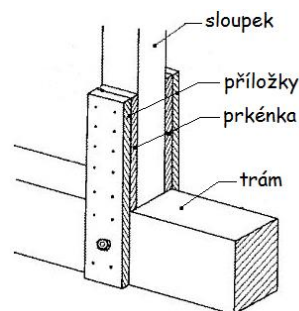
Obr. 126 Zavěšení trámů na příčný trám

Ztužení spojů

Nejčastěji se spoje zpevňují epoxidovými lepidly, příložkami nebo se stáhnou svorníky, popř. jinými spojovacími prostředky (Obr. 127, Obr. 128).



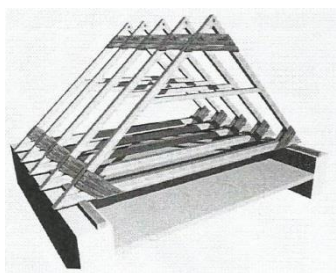
Obr. 127 Oprava spoje sloupku a vazního trámu – v případě uhnílého čepu



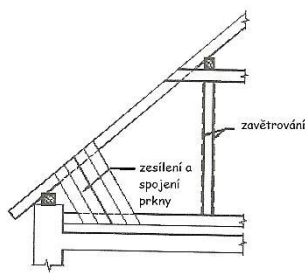
Obr. 128 Zesílení porušeného spoje příložkami

Ztužení krovu

Prostorová tuhost krovu se zlepší obitím prkny poblíž okapu a ve vrcholu krovů, zavětrováním nebo stáhnutím táhly (Obr. 129, Obr. 130, Obr. 131).



Obr. 129 Ztužení prkny – krovů s vazním trámem



Obr. 130 Zesílením krovu obitím prkny



Obr. 131 Ztužení krovu táhly

Napadení dřeva biologickými škůdci

Nejspolehlivější ochranou dřeva proti biologickým dřevokazným činitelům jsou preventivní opatření proti jejich vzniku, vývoji a také ochrana dřeva před zvýšenou vlhkostí. Vyhubení hub v napadeném dřevě vyžaduje přesné určení druhu houby a příčinu jejího vzniku. Proto v některých případech, při napadení dřevokaznými houbami, je potřeba veškeré napadené i v bezprostřední blízkosti se vyskytující dřevo s velkou pečlivostí odstranit, vyměnit násypy, odstranit chemicky zárodky. U jiného druhu a při menším rozsahu napadení postačí odstranění napadeného dřeva s částí zdravého dřeva ve vzdálenosti 0,5 až 1,5 m od viditelné nákazy.

Ochrana dřeva a dřevěných konstrukcí může být prováděna jako:

- **Chemická ochrana** – ta se provádí vakuotlakovou, tlakovou nebo vakuovou impregnací, máčením, postřikem, ponořováním, natíráním a injektáží ochrannými chemickými prostředky.
- **Fyzikální ochrana** – je např. vysoušení proudem horkého vzduchu (70-80 °C), sterilizací, apod.
- **Mechanická ochrana** – se používá pro zesílení dřeva, které bylo napadané. Dřevo, které se bude zesilovat, musí být ošetřené a jeho vlhkost nesmí překročit 5 %. U této metody používáme bandážování, opláštování atd.

Dřevěné prvky napadené dřevokaznými houbami se sanují v závislosti na rozsahu napadení. Zde si popíšeme postup sanace dřevěného trámu.

- **Zdravé dřevěné trámy** – obvykle se provede prevence povrchovou chemickou ochranou. Hlavně u trámů, kde je zvýšené nebezpečí výskytu biologických škůdců a přenosu zárodků dřevokazných hub.
- **Mírně narušené dřevěné trámy** – porušení přibližně v délce 300 mm a v hloubce 20 mm. V první řadě se odstraní narušené části až na zdravé dřevo a v souladu s odborníkem se provede 3-4 násobná povrchová chemická ochrana nebo polohloubková. Při polohloubkové ochraně v místě odstraněného napadeného dřeva se konstrukce zesílí např. chemicky ošetřenými příložkami.

- **Narušené dřevěné trámy** – porušení přibližně v délce 300 mm a v hloubce 50-60 mm. Stejně jako u předchozího porušení, tak i zde se odstraní narušené části dřeva, provede se polohloubková chemická ochrana a injektáž dřeva prostřednictvím vrtů v několika řadách od konce zhlaví až do hnilobou neporušené části trámu v délce minimálně 0,5 m od viditelně napadeného dřeva. Poté se provede povrchová 1-2 násobná chemická ochrana, zesílení oslabených částí příložkami, popř. protéza nebo zesílení zapuštěnými pruty ze skelných vláken apod.
- **Značně narušená část trámů** – porušení přesahující délku 300 mm. Narušené části se musí odstranit ve zvětšené vzdálenosti od viditelně napadeného dřeva o 0,5-1 m. Je nutné sanovat i zdivo, které se vyskytuje v okolí napadených částí trámů a opatřit 3-4 chemickými nátěry i dřevo zdravé. V části trámů přiléhajících k napadeným částem je nutné provést polohloubkovou chemickou ochranu injektáží pomocí vrtů a náhradu odstraněné části.

Kapitola 3.3.2 je čerpána ze zdrojů: (1), (2), (3), (4), (9), (10), (11), (12), (14), (18), (23)

4.1 Popis objektu, základní informace

Zkoumaný objekt se nachází v lokalitě s vesnickou zástavbou. Stavba stojí na oploceném pozemku a je situovaná severovýchodně od středu vesnice (Obr. 134).

První zkoumaná část je samostatně stojící zděný rodinný dům (Obr. 136, Obr. 137) o celkové půdorysné ploše 168 m². Stavba má jednoduché členění a je tvořena jedním nadzemním podlažím a půdním prostorem. Střecha obytné části domu je sedlová a střecha přístavby z cihel plných pálených je pultová, spádovaná do dvora. Rodinný dům je využíván k bydlení čtyřčlenné rodiny.



Obr. 136 Rodinný dům – jižní pohled



Obr. 137 Rodinný dům – severozápadní pohled

Druhou zkoumanou částí je stodola, která zabírá půdorysnou plochu 142 m². Leží naproti rodinnému domu a uzavírá dvůr ze severní strany. Stodola je přízemní, nepodsklepená se sedlovou střechou a s dřevěným přístavkem do dvora, který má střechu pultovou. Nyní se objekt využívá ke skladování různých věcí a také zčásti slouží jako garáž, ke stání auta.



Obr. 138 Stodola – jižní pohled



Obr. 139 Stodola – severovýchodní pohled

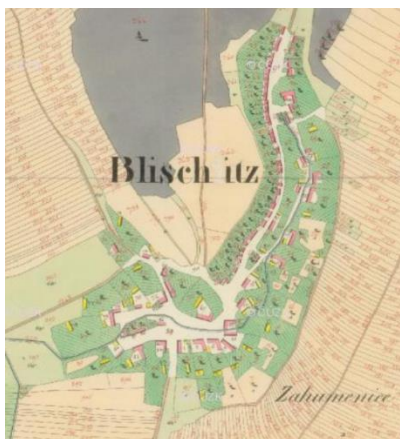
4.2 Historie

4.2.1 Historie vesnice

Blišice se dříve také nazývaly: de Blissicz 1358, de Blyssicz 1391, Blyssycz a Blissicze 1406, Blischitz atd. První dochovaná písemná zmínka o obci je ze 14. století, kdy se v osadě Blišice nacházely dva dvory a tvrz, která později zpustla. Roku 1530 tam stál už jenom jeden dvůr. Blišice se začaly postupně osídlovat a v roce 1656 tam bylo už 20 domů, ale pouze 4 obyvatelé. Další vývoj obce, počet domů a počet obyvatel je zachycen v Tab. 1 a dále na obr. 140. (28), (29)

Blišice			
Rok	Počet domů	Počet obyvatel	Prům. počet obyvatel v domě
1656	20	4	0,2
1793	43	215	5,0
1838	70	391	5,6
1869	82	397	4,8
1880	96	474	4,9
1890	96	535	5,6
1900	96	529	5,5
1910	98	565	5,8
1921	105	567	5,4
1930	127	570	4,5
1950	134	467	3,5
1961	130	445	3,4
1970	127	392	3,1
1980	110	284	2,6
1991	126	215	1,7
1996	140	216	1,5
2001	132	211	1,6
2011	144	205	1,4
2017	160	230	1,4

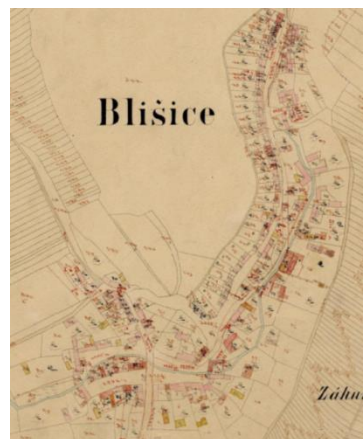
Tab. 1 Statistické údaje v obci Blišice



1824 - 1843



1838



1894



1938



1950



1953



1960 - 1990



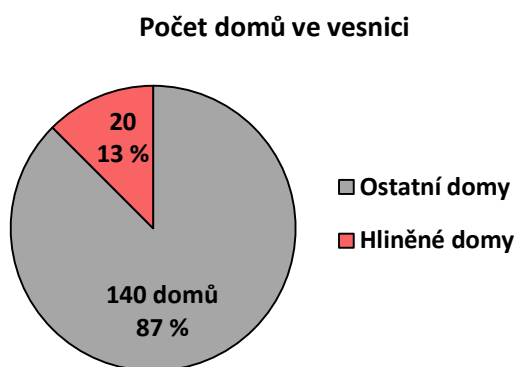
2003



2015

Obr. 140 Mapy a snímky Blišic od roku 1824 - 2015

Zkoumaný rodinný dům s přiléhající stodolou je postaven převážně z hliněných cihel. V obci to není jediný dům, který je postaven z hliněného materiálu. Z tohoto důvodu byl proveden průzkum vesnice, ze kterého bylo zjištěno, že ze 160 domů je 20 domů postaveno z hlíny. Hliněné domy tvoří 13 % domů ve vesnici (Graf 1), jejich poloha je vyznačena na obr. 141.



Graf 1 Počet domů ve vesnici



Obr. 141 Hliněné domy ve vesnici

4.2.2 Historie objektu

Stodola

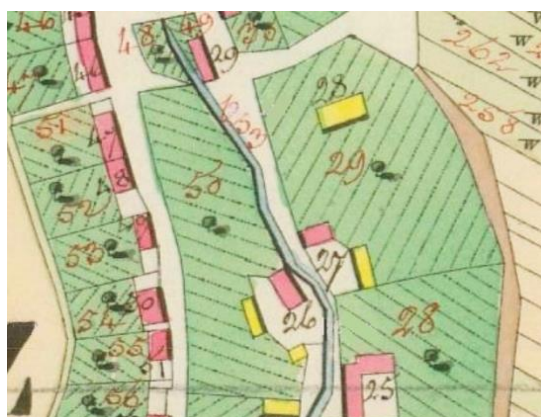
V roce 1824 – 1843, jak můžeme vyčíst z mapy (Obr. 142), zkoumaný objekt – stodola – byla již postavena na parcele číslo 29 s popisným číslem 27. Na pozemku byly celkem tři objekty. Růžově se značily obytné budovy a žlutě hospodářské budovy, které byly většinou dřevěné. V roce 1838 došlo k přečíslování domů, parcel a dům získal nové popisné číslo 28, jak je tomu i dnes (Obr. 143 - 145). Hospodářské části (žluté) později zanikly.

Stáří dnešní stodoly, pravděpodobně dřívější obytné budovy se odhaduje na více jak 200 let, z důvodu jejího vyobrazení na mapě z roku 1824 – 1843. Odhadované stáří objektu se musí brát za předpokladu, že nedošlo k demolici a výstavbě budovy nové. Vzhledem k dispozičnímu řešení objektu, které neodpovídá objektu pro bydlení, musel objekt projít značnými stavebními úpravami nebo zmíněnou přestavbou. Je tedy možné, že stodola byla znovu vystavěna zároveň s novou obytnou budovou. Na druhou stranu

stav objektu a druh použitého materiálu v konstrukcích odpovídá stáří objektu. Skutečnost, že stodola byla dříve obytná budova, potvrzuje i fakt, že číslo popisné je v současné době umístěné na objektu stodoly (Obr. 145). (28)

Rodinný dům

Před rokem 1894 (Obr. 144) byla vybudována nová obytná budova, která i dnes slouží k účelu pro bydlení. Její odhadované stáří je okolo 150 let. Dále kolem roku 1960 proběhla přístavba obytné části z nepálených cihel a přístavku z cihel pálených (Obr. 140). (28)



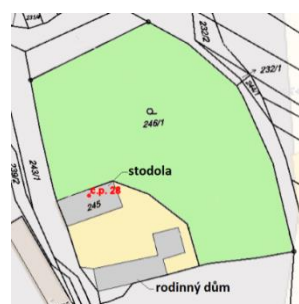
Obr. 142 Mapa Blišic z roku 1824 – 1843



Obr. 143 Mapa Blišic z roku 1838 –
přečíslování domů



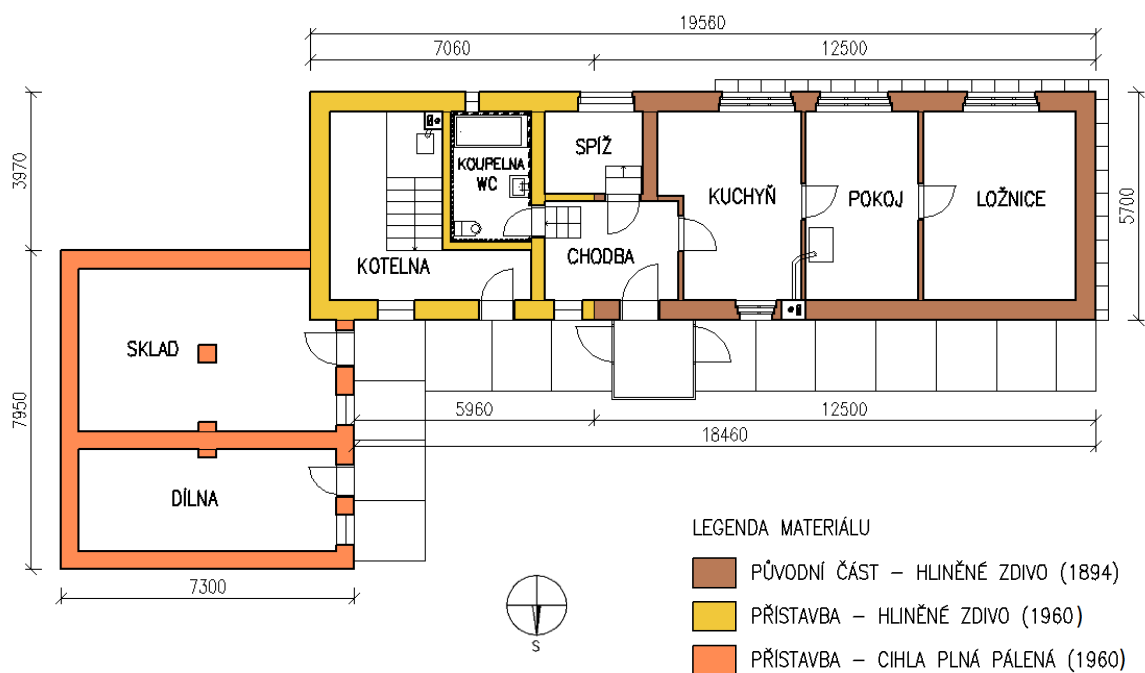
Obr. 144 Mapa Blišic z roku 1894



Obr. 145 Současný stav zkoumaného
objektu

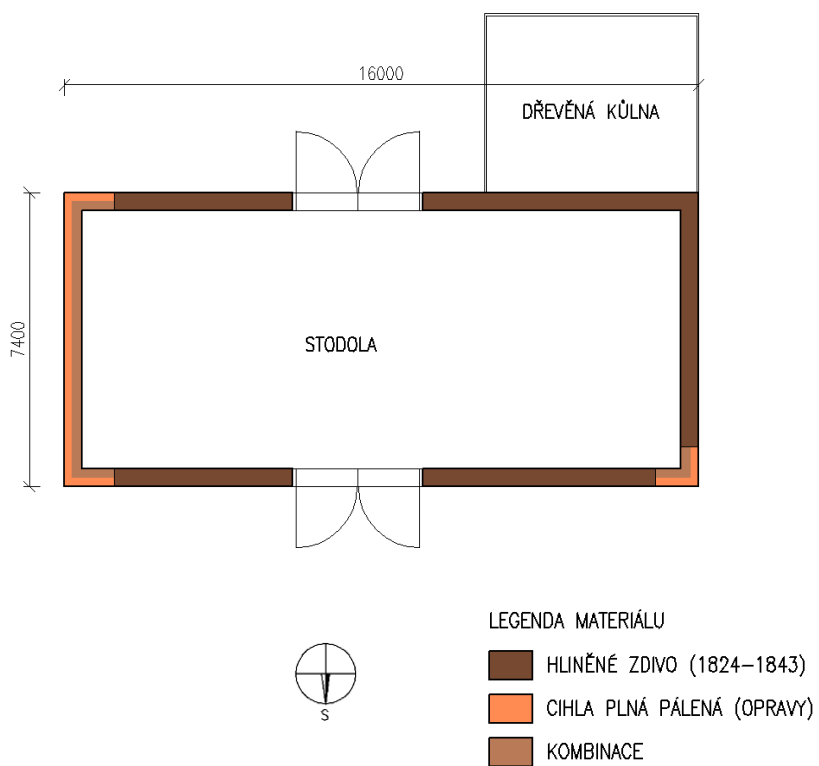
Fáze výstavby a materiálové složení obou částí stávajícího objektu je znázorněno na obr. 146 a na obr. 147.

Rodinný dům



Obr. 146 Fáze výstavby a materiálové složení rodinného domu

Stodola



Obr. 147 Materiálové složení stodoly

4.3 Záměr a plány majitele

Majitel koupil dům před 2,5 lety, tj. na podzim roku 2015. Jak už to bývá, při koupi majitel počítal jen s drobnými opravami objektu, ale po nastěhování zjistil, že problémů je tam o hodně více. Z tohoto důvodu byl proveden průzkum, ze kterého byly zjištěny jednotlivé poruchy, které jsou následně uvedeny a rozebrány. V závěru nechybí ani sanační návrh poškozených částí.

Nejen poruchy jsou hlavní příčinou zkoumání objektu, ale také jeho dispoziční řešení, možná přestavba a stavební úpravy. Neboť dispoziční řešení obytné části pro čtyřčlennou rodinu o velikosti 2+1 není úplně ideální. Proto majitel uvažuje jakým způsobem rozšířit dispoziční řešení objektu. Zvažuje, jestli má provést nástavbu nad obytnou částí, nebo upravit kotelnu s přístavbou z cihel plných pálených též k účelu pro bydlení. Dále přemýšlí o možnosti využití stodoly, neboť je svými rozměry dostatečně velká. Pro zachování přírodního materiálu, kterému je velice nakloněn, zamýšlí ponechat u stodoly obvodový plášť z nepálených cihel. Je si však vědom špatného stavu a malé únosnosti stěn, proto by do stodoly vestavěl, např. nosnou dřevěnou rámovou konstrukci. Jako další a poslední možnost zvažuje zbourání stodoly a na její místo vystavět nový dům.

Výsledkem je snaha navrhnout řešení, které by vyřešilo dané problémy vzhledem ke stavu obou částí a poruch s tím spojených. V úvahu musíme brát mnoho faktorů, např. vhodnost řešení předpokládaných úprav a oprav a dále také finanční a časovou stránku majitele apod.

4.4 Zaměření a zakreslení objektu

Zajištění výkresové dokumentace stávajícího objektu je nezbytnou součástí pro stavebně technický průzkum a diagnostiku posuzovaného objektu. Vzhledem k tomu, že chybí původní výkresová dokumentace a doposud nebylo nově zaznamenáno stávající provedení, musí se objekt znovu zaměřit a zakreslit. Zakreslení objektu je k nahlédnutí v příloze 1.

4.5 Dispoziční řešení

Rodinný dům

Hlavní vstup do rodinného domu je ze dvora, který leží mezi oběma zkoumanými objekty. Vstup je umístěn ve venkovní zasklené verandě, která se nachází přibližně uprostřed severní stěny domu. Za hlavními dveřmi se nachází chodba, ze které se vstupuje do dalších místností. V původní části, napravo je umístěna kuchyň, ze které je přístup do pokoje a následně do ložnice. Přímo naproti vstupu se nachází menší místnost, která je využívána jako spíž. Na levé straně chodby je přístup do hygienické části, ve které se nachází koupelna a záchod. Tato část je součástí přístavby, která byla provedena kolem roku 1960 z hliněných cihel. Další částí přístavby z hliněných cihel je kotelna, do které je přístup z venku a její vstup je situovaný taktéž v severní stěně.

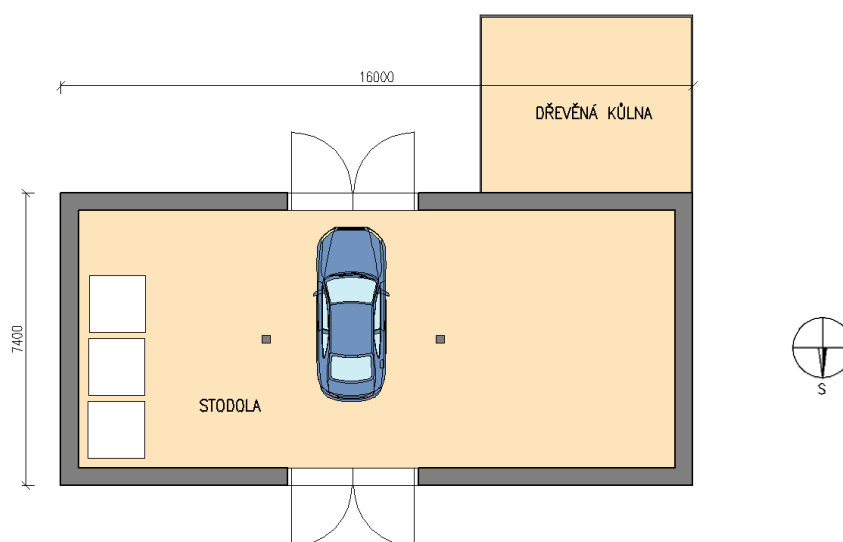
Poslední součástí rodinného domu je přístavba z cihel plných pálených, kde jsou dvě místnosti využívány jako sklad a dílna. Každá místnost má svůj samostatný přístup z venku. Dispoziční řešení rodinného domu je znázorněno na obr. 148.



Obr. 148 Dispoziční řešení rodinného domu

Stodola

Stodola má otevřené dispoziční řešení, to znamená, že není horizontálně ani vertikálně členěna. Uprostřed stodoly se pouze vztyčují dva dřevěné sloupky, které podpírají trámy. Do stodoly je přístup ze dvora nebo ze zahrady vraty o velikosti 3,3 x 3,3 m. Vrata jsou dvoukřídllová a otevírají se směrem ven. Vrata, které vedou a otevírají se do zahrady, nejdou snadno otevírat kvůli přiléhajícímu svahu a z tohoto důvodu se nepoužívají. Stavební dispozice stodoly je zřejmá z výkresů stávajícího stavu (Obr. 149).



Obr. 149 Dispoziční řešení stodoly

4.6 Technicko-konstrukční řešení a viditelné poruchy

Konstrukční řešení a technické vybavení stávajícího objektu z nepálených cihel vychází z dřívějších požadavků na stavby, dále z finančních možností investora a stavební úrovně dřívějších dělníků.

V současnosti rodinný dům slouží k účelu bydlení a stodola plní funkci hospodářskou. Rodinný dům je jednopodlažní objekt s půdním prostorem, který je konstrukčně navržen jako příčný nosný systém tvořený zděnou konstrukcí. Hospodářská část - stodola je jednoduchého tvaru, obdélníku a je tvořena zděným obvodovým pláštěm. Konstrukční řešení objektu je patrné z výkresové dokumentace, která je k nahlédnutí v příloze 1.

4.6.1 Základy

Obě části objektu jsou založeny na základových pasech, které přenáší zatížení do podloží. Základové pasy jsou pravděpodobně z kamene kladeného do hliněného lože a jejich šířka je závislá na tloušťce stěny, která je nad základem. Soklové zdivo z kamene navazuje na kamenné základy (Obr. 150).



Obr. 150 Kamenné soklové zdivo

Pro přesnější řešení základů by se musela provést kopaná sonda, ze které bychom zjistili jejich přesný stav. Podrobný průzkum zahrnuje také geotechnický průzkum a ověření hydrogeologických podmínek. Základová spára s velkou pravděpodobností nebude zasahovat do zámrzne hloubky. Stejně tak se předpokládá, že není použita izolace proti zemní vlhkosti. Proto při rekonstrukci objektu se musí minimálně počítat s těmito sanačními opravami základových konstrukcí.

4.6.2 Svislé konstrukce

Stěny z nepálených i pálených cihel jsou vyžděny na kamenné základy bez hydroizolační vrstvy. Vazba cihel je provedena dle běžných zásad pro zděné konstrukce. Celková tuhost konstrukce v příčném a podélném směru je především zajištěna stěnami a jejich masivností.

Rodinný dům

Svislé nosné konstrukce jsou převážně tvořeny nepálenými cihlami (Obr. 151). Výjimku tvoří pouze přístavba, která je provedena z cihel plných pálených (Obr. 152). Nosné zdivo rodinného domu z nepálených cihel je tl. 340-500 mm a nosné zdivo přístavby z cihel plných pálených je tl. 450 mm. Příčky jsou provedeny z nepálených cihel a jejich tloušťka se pohybuje v rozmezí 110-200 mm.

Styčné a ložné spáry nejsou zcela vyplněny hliněnou maltou. Pevnost hliněné malty odhadujeme okolo 0,2 MPa. Hliněné zdivo je z vnější i vnitřní strany omítnuto cementovou omítkou, kromě koupelny a kuchyně, kde je část obložena keramickým obkladem.

U přístavby z cihel plných pálených vyzděných na obyčejnou maltu je omítnuta pouze dílna z vnitřní strany, ostatní povrchy jsou neomítnuté.



*Obr. 151 Detail nepálených cihel
s hliněnou maltou*



*Obr. 152 Detail pálených cihel
s obyčejnou maltou*

V obytné části jsou použity dřevěné překlady a v přístavbě překlady betonové. U komína pro odkouření krbových kamen umístěných v pokoji bylo zjištěno, že je komín vyzděný do úrovně podlahy půdního prostoru z nepálených cihel a dále pokračuje z cihel plných pálených. Tuto skutečnost musíme brát v úvahu při vyhodnocování konstrukce komína. Ostatní komíny v rodinném domě jsou provedené z cihel plných pálených.

Půdní nadezdívky a štítové stěny jsou rovněž vyzděny z nepálených cihel (Obr. 153, Obr. 154). Jejich konstrukce vznikla postupným zděním svislé obvodové stěny nad úroveň stropu. Tloušťka půdní nadezdívky a štítové stěny je zmenšena na 300 mm, ve srovnání s obvodovými svislými stěnami, které mají tloušťku 500 mm. Štítové stěny jsou z vnější strany omítnuté pouze jádrovou cementovou omítkou a z vnitřní strany jsou ponechány bez povrchové úpravy.



*Obr. 153 Půdní nadezdívka
z nepálených cihel*



*Obr. 154 Štítová stěna
z nepálených cihel*

Poruchy – hlavními projevy poruch svislých konstrukcí rodinného domu jsou trhliny, které se na objektu vyskytují. Dalším problémem je boulení přední štítové stěny.

Nejvíce trhlin je v místě, kde je umístěna elektrická přípojka a svod ze střechy (Obr. 155, Obr 156). Dešťová voda ze svodu a z terénu je odvedena do kanalizační přípojky. Jak se ukázalo, kanalizační přípojka byla poškozená a voda vytékající netěsnostmi přípojky podemlela roh objektu. Došlo tak ke změně základových poměrů, k sednutí základové půdy a tím pádem i k poklesu základových konstrukcí, které zapříčinily vznik trhlin. Uvedenou příčinu potvrzuje i průběh trhlin ve zdivu, jejich směr je přibližně kolmý na hlavní tahové napětí, přičemž vršek trhliny se naklání na stranu poklesu. Trhliny kopírují vedení kabelů elektrické přípojky, neboť v daném místě je hliněné zdivo již oslabeno.



*Obr. 155 Trhliny v severní stěně –
způsobené sedáním základů*



*Obr. 156 Trhliny v západní stěně –
způsobené sedáním základů*

Další významnější trhliny obrysují konstrukci komína (Obr. 157), který se používá k odkouření krbových kamen umístěných v pokoji. Trhliny jsou způsobené objemovými změnami, které jsou vyvolané teplotními účinky od užívání komína. Trhliny jsou pouze z vnější strany konstrukce, neboť teplotní rozdíl mezi komínem a venkovním prostředím je výraznější. V zimním období se při používání komína objevilo jeho zvlhnutí (Obr. 158). Příčinou je kondenzace, která nastává při dosažení teploty rosného bodu. Rosný bod je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami. Pokud se však

teplota vzduchu v komínu začne ochlazovat, vodní páry začnou kondenzovat, což má za následek zvlhčení stěny.

Nakonec je potřeba upozornit na nadměrné deformace přední štítové stěny, které jsou způsobené nevhodným zakotvením stožáru pro elektro přípojku (Obr. 159).



Obr. 157 Trhliny v místě komína – způsobené objemovými změnami



Obr. 158 Zavlhnutí komína



Obr. 159 Nadměrné deformace štítové stěny

Stodola

Soklové zdivo stodoly je z kamene a navazuje na konstrukci základů. Obvodový plášť je proveden pomocí zdiva z nepálených cihel (Obr. 160, Obr. 161), kromě východní stěny a částí rohů, které byly během oprav zčásti přestavěny z cihel plných pálených. Pálené cihly nejsou použité v celé tloušťce stěny, ale převážně z její vnější strany. U Stěny z pálených cihel se ve spodní části nachází stěna z betonu, která je s rostoucím svahem odstupňována. Betonová stěna je šířky 450 mm a je v přímém kontaktu s terénem. Dále se v konstrukci nachází smíšené zdivo, které je ve spodní části jihovýchodního rohu (Obr. 160). Předpokládáme, že již nahrazené části stěn byly působením vody přitékající ze svahu v havarijním stavu, proto musely být provedeny jejich nutné opravy.

Zdivo je vyzděno polokřížovou vazbou. Zásady vazby zdiva jsou převážně dodrženy, avšak možné neprovázání cihel se nachází u rohů objektu a v místech napojení nepálených cihel na cihly pálené (Obr. 162). Styčné a ložné spáry jsou částečně vyplněny hliněnou maltou, která má obdobné složení jako hliněné cihly. Překlady nad vraty tvoří dřevěné fošny (Obr. 163), které mají za úkol přenést zatížení ze střechy a zdiva nad překladem do přilehlých zdí vedle otvoru. Dále mezi svislé konstrukce patří štít, který je proveden z dřevěných prken.



Obr. 160 Jihovýchodní pohled na svislé konstrukce stodoly



Obr. 161 Jihozápadní pohled na svislé konstrukce stodoly



Obr. 162 Neprovázané zdivo - v místě napojení nepálených cihel na cihly pálené



Obr. 163 Dřevěný překlady nad vraty

Ve velké míře jsou svislé konstrukce porušeny vnějšími vlivy a to především z vnější strany (Obr. 164, Obr. 165). Zdivo není nijak chráněno před klimatickými vlivy, z tohoto důvodu je stav cihel i malty velice špatný. Hliněná malta je na povrchu dost zvětralá nebo vypadaná a obdobně jsou na tom i nepálené cihly. V některých částech hliněné konstrukce došlo účinkem klimatických vlivů k úbytku objemu zdiva (Obr. 166,

Obr. 167), přičemž k jeho největšímu úbytku došlo tekoucí dešťovou vodou z poškozené střešní krytiny.



Obr. 164 Špatný stav zdiva – působením klimatických vlivů



Obr. 165 Rozrušené zdivo – napadené nálety včel



Obr. 166 Úbytek objemu zdiva – vlivem tekoucí dešťové vody z poškozené střešní krytiny



Obr. 167 Úbytek objemu zdiva – účinkem klimatických vlivů

Ze statického hlediska je v nejhorším stavu severní stěna, u které došlo k jejímu vyboulení. Vyboulení stěny vzniklo vlivem tlakového zatížení, které vzrostlo až do ztráty stability stěny. V tomto případě k vyboulení stěny přispěly i vodorovné účinky od krovu a její špatný stav. Stěna je značně rozrušená vodou z poškozené střešní krytiny a působením klimatických vlivů.

Jak můžeme vidět na obr. 168 a obr. 169, stěna je provizorně zajištěna podpěrou tvořenou ocelovou trubkou a dřevěnou deskou. Deska má za úkol zachytit silové účinky

v co největší ploše. Účinky jsou následně přeneseny pomocí ocelové trubky, která funguje jako rozpěra mezi stěnou a stromem.



Obr. 168 Provizorní zajištění boulené stěny



Obr. 169 Detail nadměrné deformace stěny

Na západní straně stodoly se nachází ocelové táhlo (Obr. 170, Obr. 171), které spíná objekt v příčném směru. Táhlo je tvořeno tyčí $\varnothing 20$ mm. Tyč je na obou koncích opatřena závitem a maticí. Kotvení táhla je pomocí ocelových pásků, které nám zajišťují roznos tlakových sil. Táhlo je vedeno při vnitřním lici západní stěny a přebírá horizontální zatížení, které je do svislých konstrukcí vnášeno prostřednictvím krovu.



Obr. 170 Vedení ocelového táhla uvnitř stodoly



Obr. 171 Kotvení ocelového táhla

4.6.3 Vodorovné konstrukce

Rodinný dům

V původní části tvoří stropní konstrukci trámový strop s násypem a omítaným podhledem. Stěny po celé své výšce jsou prakticky suché, bez větší vlhkosti. Z tohoto důvodu usuzujeme, že dřevěné trámy uložené na hliněné zdi jsou v dobrém stavu. K zjištění přesného stavu konstrukce lze použít endoskopickou metodu nebo stropní sondy. Horní líc stropní konstrukce je pokryt vrstvou slámy, která slouží jako tepelná izolace.

Případným problémem stropní konstrukce je její menší tuhost, to je však zanedbatelné vzhledem k současnému využívání půdního prostoru. Při změně užívání nebo zvětšení zatížení by strop nevyhověl z hlediska tuhosti ani únosnosti a byla by potřeba provést nutná opatření. Změna v užívání, např. provedení nástavby nebo půdní vestavby, se nedoporučuje ani z hlediska únosnosti svislých hliněných konstrukcí a technického řešení krovu.

V přístavbě z nepálených cihel byly na stropní konstrukci použity ocelové válcované nosníky se zděnými klenbami (Obr. 172, Obr. 173). Osová vzdálenost "I" profilů je 1000 mm. Zděná klenba má malé vzepětí a opírá se o spodní příruby "I" nosníků. Nad vyzděnou klenbou je provedena vrstva z betonu. Celá stropní konstrukce je sepnuta ocelovým táhlem, jehož zakotvení je možné vidět v půdním prostoru (Obr. 174).

Stropní konstrukce nad přístavbou z nepálených cihel vykazuje větší tuhost, než trámový strop v původní části. Na stropní konstrukci nebyly zjištěny žádné viditelné poruchy.



Obr. 172 Stropní konstrukce v koupelně



Obr. 173 Stropní konstrukce v kotelně



Obr. 174 Kotvení táhla ve stropní konstrukci

V přístavbě z pálených cihel jsou rovněž na stropní konstrukci použity ocelové válcované nosníky se zděnými klenbami (Obr. 175, Obr. 176). Maximální osová vzdálenost "I" profilů je 1300 mm. Ocelové nosníky jsou uprostřed svého rozpětí podepřeny příčným ocelovým nosníkem, který je uložený na nosných zdech a sloupech. Na dolním líci stropní konstrukce ve skladě můžeme vidět provedení klenby. Klenba je vyzděna naplocho a její tloušťka odpovídá výšce cihly tj. 65 mm.

Ocelová stropní konstrukce je dostatečně tuhá a únosná. Napomáhá tomu příčný ocelový nosník, který podpírá stropní konstrukci, a tím zkracuje volnou délku.



Obr. 175 Stropní konstrukce v dílně



Obr. 176 Stropní konstrukce ve skladě

Stodola

Ve stodole není provedena žádná stropní konstrukce.

4.6.4 Zastřešení

Střešní plochy jsou celistvé, obdélníkové, bez střešních oken a vikýřů. Prostupy jsou pouze pro komínová tělesa a anténu.

Rodinný dům

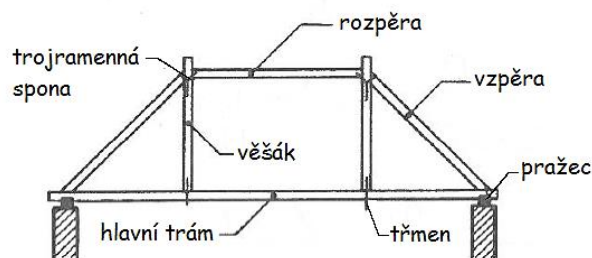
Střecha obytné části domu je sedlová, tvořena dřevěným krovem s krokvi opřenými do pozednic a do středových vaznic (Obr. 177). Součástí plné vazby je dvojité věšadlo složené z hlavního trámu, dvou věšáků, rozpěry a dvou vzpěr (Obr. 178). Ke ztužení konstrukce krovu v podélném směru nám pomáhá krátká tlačená vzpěra neboli pásek. Sklon střechy je 43° a výška hřebene je +7,300 m od čisté podlahy v přízemí. Střešní krytina z pálených tašek je uložena na latích, které jsou od sebe vzdáleny 335 mm. Přístup na půdu je z venku dvěma vstupy v severní stěně. Vstupy jsou ve výšce +2,900 m nad přilehlým terénem, z tohoto důvodu je potřeba k výstupu na půdu použít žebřík.

Dřevěný krov nad hliněným zdivem je celistvý a proveden ze stejného materiálu, je tedy patrné, že krov byl znovu vystavěn až po dokončení přístavby z nepálených cihel. Detaily prvků krovu jsou zobrazeny na obr. 179, obr. 180 a obr. 181.

Celý krov je v dobrém stavu, až na místo, kde konstrukcí střechy prochází anténa (Obr. 182). Důvodem je netěsné provedení mezi anténou a střešní krytinou, což má za následek zatékání dešťové vody. Konstrukce antény je postavena na hlavním trámu, který je před účinky vody omotaný folií. Následně voda volně stéká pod trám, kde je zachycena plechovým svodem vyústěným do kýblu. Kýbl stojí na podlaze půdního prostoru a je potřeba z něj vodu opakovaně vylévat. Toto řešení je pouze provizorní, a to do doby, než se provede vhodná oprava, např. pomocí oplechování.



Obr. 177 Konstrukce krovu sedlové střechy – rodinného domu



Obr. 178 Ukázka tesařské konstrukce – věšadla



Obr. 179 Detail uložení pražce, hlavního trámu, pozednice, krokve a vzpěry



Obr. 180 Detail spoje – vaznice, krokve, vzpěry, věšáku, rozpěry a pásků



Obr. 181 Detail dřevěného prvku krovu – hlavní trám



Obr. 182 Provizorní zajištění trámu před účinky zatékající dešťové vody

Přístavba z cihel plných pálených má pultovou střechu spádovanou do dvora. Střecha má sklon 27° a hřeben je ve výšce +6,000 m od čisté podlahy v přízemí. Krytina je rovněž z pálených tašek uložených na latích (Obr. 183). Půda pultové střechy je přístupná za zahrady, dveřmi, které jsou v úrovni půdního prostoru (Obr. 184). Dřevěné prvky krovu i střešní krytina z pálených tašek jsou bez viditelného poškození.



Obr. 183 Konstrukce krovu – pultové střechy



Obr. 184 Boční pohled na pultovou střechu

Dešťová voda ze sedlové střechy je z jedné části odvedena do kanalizace (Obr. 185) a z druhé části je vyvedena na nezpevněný terén vlastního pozemku (Obr. 186). Voda z pultové střechy vytéká do kameninového sudu, který je svým objemem, hlavně v zimním období, nedostatečný. V letních měsících se voda využívá k zalévání zahrádky, ale v zimním období se voda ze sudu nijak nevyužívá a přetéká na okolní terén (Obr. 187).



*Obr. 185 Odvod dešťové
vody do kanalizace*



*Obr. 186 Odvod dešťové
vody ze sedlové střechy
na terén*



*Obr. 187 Odvod dešťové
vody z pultové střechy do
sudu*

Dřevěné prvky sedlového i pultového krovu jsou ve velice dobrém stavu, nejsou napadené hnilobou, dřevokaznými houbami ani dřevokazným hmyzem. Drobnou závadou jsou podélné sesychací trhliny, jejichž velikost a rozsah je zanedbatelný.

Stodola

Střecha stodoly má sedlový tvar. Nosná část krovu je rovněž tvořena dřevěným krovem s krokviemi, pozednicemi, vaznicemi, pásky a dvojími věšadly (Obr. 188). Střecha stodoly má sklon 40° a hřeben dosahuje výšky +6,500 m, počítáno od průměrné hliněné podlahy ve stodole. Střešní krytina je rovněž tvořená pálenými střešními taškami, jako u rodinného domu. Dřevěný přístavek má střechu pultovou se sklonem 40° a střešním pláštěm vytvořeným z plechových tabulí.

Odvod dešťové vody ze sedlové střechy stodoly není nijak řešen. Svod z jižní strany objektu (Obr. 189) je vyveden na nezpevněný terén vlastního pozemku kolem objektu,

kde se vsakuje do podloží nebo popřípadě stéká kolem objektu volně mírným spádem. Z druhé strany sedlové střechy voda volně stéká přímo ze střechy (Obr. 190), neboť chybí okapní žlab, který by vodu shromažďoval a následně odváděl.



*Obr. 188 Konstrukce
krovu – stodoly*



*Obr. 189 Stodola –
jihovýchodní pohled*



*Obr. 190 Stodola –
severozápadní pohled*

4.6.5 Podlahy

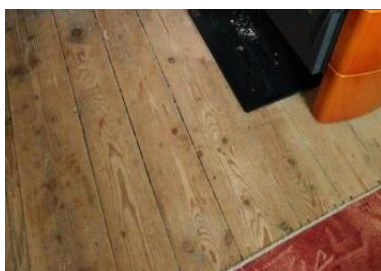
V současné době se objekt využívá k bydlení, z tohoto důvodu nebylo možné provést kopané sondy k zjištění konstrukčních vrstev podlah. Při rekonstrukci objektu se však doporučuje zjistit jednotlivé konstrukční vrstvy všech podlah, jelikož ve většině případů nejsou podlahy starších objektů nijak tepelně ani hydroizolačně odizolovány.

Rodinný dům

Samotné povrchy podlah jsou tvořeny dřevěnými palubkami (Obr. 191), keramickou nebo betonovou dlažbou. V kuchyni je nevhodně položeno PVC (Obr. 192), které tam již bylo při koupi objektu. Majitel si je vědom nevhodnosti PVC, ale zatím povrchovou vrstvu neodstranil z důvodu předpokládaných poruch v konstrukci podlahy. Nejen, že případné opravy zasáhnou do provozu objektu, ale také do finančních prostředků majitele.

Stodola

Uvnitř stodoly je zpevněná hliněná podlaha (Obr. 193).



*Obr. 191 Dřevěná podlaha
v pokoji a ložnici*



*Obr. 192 Podlaha
v kuchyni*



*Obr. 193 Hliněné podlaha
ve stodole*

4.6.6 Úpravy povrchů, výplně otvorů

Rodinný dům

Jak bylo uvedeno, v interiéru jsou provedeny jádrové cementové omítky. V koupelně se záchodem jsou stěny opatřeny keramickým obkladem do výšky 2 m. a v kuchyni je také zčásti proveden keramický obklad.

Štítové stěny jsou z vnitřní strany ponechány bez povrchových úprav. Z vnější strany je obytná část omítnuta, kromě přístavku z pálených cihel. Stodola nemá omítku z vnitřní ani vnější strany. Obě fasády, tj. rodinného domu a stodoly jsou bez zateplení.

Okna v původní části jsou dvojíta dřevěná. Zbývající okna jsou taktéž dřevěná, ale tvořená dvojsklem.

4.6.7 Terénní úpravy

Pozemek je mírně svažitý a je oplocený. Od přístupové komunikace až ke konci dvora se terén mírně zvedá. Potom následuje prudší svah, který vyrovnává výškové rozdíly mezi dvorem a zahradou. V zahradě opět pokračuje mírný stoupající terén.

Přístupová komunikace je tvořena betonovými deskami, které vedou podél severní stěny domu. Ke stodole vede příjezdová komunikace, která je provedena z betonových zatravnovacích tvárnic a zámkové dlažby (Obr. 194). Okapový chodník vedoucí od přední štítové stěny (Obr. 195) do půlky jižní stěny rodinného domu je vytvořený z betonových dlaždic šířky 200 mm. Okolo zbylé části domu a stodoly není žádná povrchová úprava.



*Obr. 194 Příjezdová komunikace
z betonových zatravněvacích tvárnic*



Obr. 195 Okapový chodník

4.6.8 Vytápění

Vytápění obytné části zajišťují krbová kamna (Obr. 196), která jsou umístěna v pokoji. V kotelně je sice funkční kotel (Obr. 197), ale potrubí vedoucí k radiátorům je v některém místě poškozené. Při napuštění radiátorů se začne voda nepatrně ztrácet.

Potrubí bylo podrobně prozkoumáno, kromě místa, kde potrubí vede konstrukcí podlahy. Z průzkumu je patrné, že poškozené potrubí se skrývá právě v podlaze. Konstrukce podlahy nejeví stopy vlhkosti, ale to může být zapříčiněné konstrukčními vrstvami podlahy, které jsou bez hydroizolační vrstvy vybudovány přímo na rostlý terén.



*Obr. 196 Krbová kamna k vytápění
objektu*



*Obr. 197 Kotel – umístěný v
kotelně*

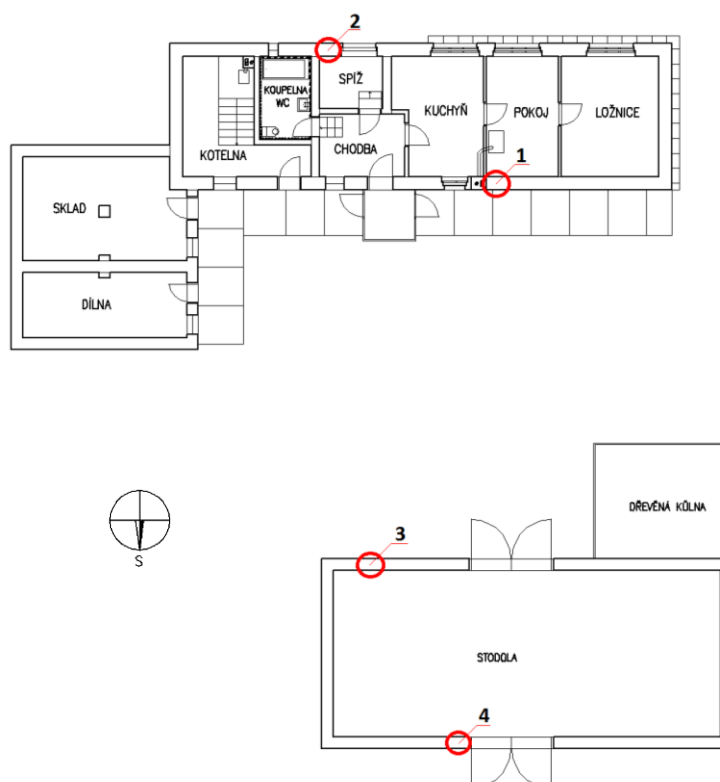
4.7 Pevnost zdiva

4.7.1 Pevnost zdících prvků

Pevnost zdících prvků byla zjištěna zkoušením reprezentativních vzorků, které byly nařezány z cihel odebraných z konstrukce (Obr. 198). Dva vzorky byly odebrány z rodinného domu a dva ze stodoly, jejich poloha odebrání je zobrazena na obr. 199.



Obr. 198 Vzorky cihel odebrané z konstrukce



Obr. 199 Poloha odebrání vzorků cihel

Vzorek 1 (Obr. 200) – vzorek složený ze dvou částí byl vyjmut z konstrukce komína v rodinném domě. Obě části vzorku jsou viditelně porušené vlivem teplotních změn, které v komínovém tělese působí. Z tohoto důvodu byla potřeba zvýšená opatrnost při jejich odebírání z konstrukce, přepravě i následné úpravě na tělesa.

Vzorek 2 (Obr. 201) – jedná se o vzorek, který byl odebraný z půdní nadezdívky rodinného domu. Vzorek je vizuálně v dobrém stavu. Před odebráním z konstrukce byl vzorek zatížený především od vlastní tíhy střechy a sněhu.

Větší výška vzorků cihel 1 a 2 může být způsobená nedokonalou technologií výroby cihel. Dalším z možných důvodů je užívání různých velikostí forem, které často převyšují metrický formát. U vzorku 1 může být i jeho zvětšená výška důsledkem objemových změn. U vzorku 2 zase můžeme na jeho povrchu vidět vrstvičky, u kterých se domníváme, že vlivem zatížení a času došlo ke spojení hliněných cihel s hliněnou maltou, což má za následek právě jeho zvýšenou výšku. Ke stanovení příčiny zvýšené výšky cihel z původních 65 mm na 70 mm se doporučuje, prohlédnou a změřit více kusů cihel.

Vzorek 3 (Obr. 202) – vzorek je odebrán z jižní stěny stodoly. Na vzorku můžeme vidět poškození od náletu včel v podobě třech dolíčků.

Vzorek 4 (Obr. 203) – vzorek byl odebraný z ostění otvoru vrat vedoucích do zahrady. I přes větší zátěž, kterou ostění přebírá, byl vzorek na první pohled v dobrém stavu.



Obr. 200 Vzorek 1



Obr. 201 Vzorek 2



Obr. 202 Vzorek 3



Obr. 203 Vzorek 4

Ze vzorků bylo připraveno a odzkoušeno celkem 9 těles o hraně cca 50 mm. Tělesa byla změřena, zvážena a byla stanovena jejich objemová hmotnost (Tab. 2, Tab. 3). Objemová hmotnost $\rho_{g,u}$ byla vypočtena podle vztahu: $\rho_{g,u} = \frac{m_{g,u}}{h_u \cdot w_u \cdot l_u}$, jednotlivé veličiny jsou uvedené v tabulce 2 a v tabulce 3.



Obr. 204 Tělesa připravená na zkoušku pevnosti v tlaku

Vzorky odebrané z rodinného domu					
Označení vzorku	Výška h_u	Šířka w_u	Délka l_u	Hmotnost $m_{g,u}$	Objemová hmotnost $\rho_{g,u}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
V. 1-1	52,50	52,24	51,56	219,2	1550
V. 1-2	52,64	51,67	50,10	215,9	1584
V. 2-1	51,91	51,30	52,04	247,3	1785
V. 2-2	50,86	52,43	52,11	251,0	1806
V. 2-3	53,05	51,81	51,25	247,4	1756
V. 2-4	51,74	51,24	52,12	250,4	1812
Průměr	52,12	51,78	51,53	238,5	1716

Tab. 2 Rozměry a objemová hmotnost zkušebních krychlí s přirozenou vlhkostí odebraných z rodinného domu

Vzorky odebrané ze stodoly					
Označení vzorku	Výška h_u	Šířka w_u	Délka l_u	Hmotnost $m_{g,u}$	Objemová hmotnost $\rho_{g,u}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[kg/m ³]
V. 3-1	52,9	51,83	51,45	244,5	1733
V. 4-1	45,32	65,05	51,89	265,5	1736
V. 4-2	45,12	61,2	52,15	270,8	1881
Průměr	47,78	59,36	51,83	260,3	1783

Tab. 3 Rozměry a objemová hmotnost zkušebních krychlí s přirozenou vlhkostí odebraných ze stodoly

Následně byly všechny vzorky zkoušeny pouze destruktivně a to stlačením v lisu maximální silou F_c , čímž byla zjištěna jejich pevnost v tlaku (Obr. 205, Obr. 206, Obr. 207). Označená plocha křížkem stanovuje zatěžovanou plochu A, která je závislá na dříve změřených rozměrech tělesa.



Obr. 205 Zkouška v pevnosti v tlaku na lisu



Obr. 206 Porušení zkušebního tělesa V. 1-2



Obr. 207 Porušení zkušebního tělesa V. 2-1

Pevnost v tlaku zdíciho prvku $f_{b,i}$ byla stanovena: $f_{b,i} = \frac{F_c}{A}$, kde A je zatěžovaná plocha jednotlivých vzorků, tedy jejich šířka vynásobená délkou. Následuje přepočet nanormalizovanou pevnost f_b . Nejprve se zjištěná upřesněná pevnost převede na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti vynásobením jedním z následujících součinitelů dle způsobu kondicionování (Tab. 4).

Způsob kondicionování	Hodnota součinitele
Na vzduchu a pro dosažení 6% obsahu vlhkosti	1
Pro dosažení vysušeného stavu	0,8
Pod vodou	1,5

Tab. 4 Součinitele pro převedení na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti

Po přepočtu pevnosti v tlaku s přirozenou vlhkostí se pevnost f_b vynásobí součinitelem vlivu tvaru δ , který je uveden v tabulce 5.

$$f_b = f_{b,i} \cdot \delta$$

Šířka [mm] Výška [mm]	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15
Lineární interpolace hodnoty z tabulky pro součinitel vlivu tvaru δ je možná.					

Tab. 5 Součinitel vlivu tvaru δ

Po těchto úpravách získáme normalizovanou pevnost zdiva f_b z destruktivních zkoušek. Výsledky pevností jednotlivých zkušebních krychlí jsou uvedeny v tabulce 6 a v tabulce 7. Abychom získali co nejobjektivnější normalizovanou pevnost v tlaku, vyřadíme extrémně odlišné naměřené hodnoty a zbylé zprůměrujeme. Výslednou hodnotu použijeme pro stanovení charakteristické a návrhové pevnosti zdiva.

Vzorky odebrané z rodinného domu			
Označení vzorku	Síla v tlaku F_c	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,i}$	Normalizovaná pevnost v tlaku f_b
	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
V. 1-1	1,80	0,67	0,57
V. 1-2	1,90	0,73	0,62
V. 2-1	9,00	3,37	2,87
V. 2-2	12,20	4,47	3,80
V. 2-3	9,20	3,46	2,95
V. 2-4	10,40	3,89	3,31
Průměr	10,20	3,80	3,23
Poznámka: Vzorky V. 1-1 a V. 1-2 byly do výpočtu pevnostního průměru vyřazeny			

Tab. 6 Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků rodinného domu ze zkoušek na zkušebních krychlích

Vzorky odebrané ze stodoly			
Označení vzorku	Síla v tlaku F_c	Pevnost v tlaku tělesa $f_{b,i}$	Normalizovaná pevnost v tlaku f_b
	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
V. 3-1	5,6	2,10	1,79
V. 4-1	6,3	1,87	1,59
V. 4-2	5,9	1,85	1,57
Průměr	5,93	1,94	1,65

Tab. 7 Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků rodinného domu ze zkoušek na zkušebních krychlích

Pevnost v tlaku zdících prvků:

rodinného domu $f_b = 3,23$ MPa

stodoly $f_{b,s} = 1,65$ MPa

4.7.2 Pevnost zdící malty

Pevnost malty ve zdivu byla stanovena odborným odhadem pomocí vrypové metody, protože malta neměla dostatečnou pevnost, aby mohla být pro její zkoušení použita Kučerova vrtačka. Bylo zjištěno, že průměrná pevnost malty v tlaku $f_{m,s}$ je:

$$\underline{f_{m,s} = 0,2 \text{ MPa}}$$

4.7.3 Stanovení vlhkosti vzorků

Na úlomcích hliněných vzorků cihel byla zjišťována jejich hmotnostní vlhkost. Hmotnostní vlhkost je definována jako podíl vody ve vzorku k vysušené hmotnosti vzorku, tj. $w_h = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100 [\%]$.

Je nutné dbát na to, aby při odběru vzorků nedošlo k ovlivnění jejich vlhkosti. Proto musely být vzorky při odběru vloženy do hermeticky uzavíratelných sáčků. Po převozu, nařezání na tělesa byly zbytky úlomků zváženy, a tím byla zjištěna jejich hmotnost ve vlhkém stavu m_w . Následně byly úlomky vzorků dány do sušičky, kde byly sušeny při 90 °C po dobu 24 hodin. Po vyjmutí ze sušičky byly části vzorků opět zváženy a byla zaznamenána jejich hmotnost ve vysušeném stavu m_d .

Z naměřených údajů byla vypočítána vlhkost, která je spolu s naměřenými údaji zaznamenána v tabulce 8. Stupeň vlhkosti vzorků je v rozmezí 1,95-3,37 % a odpovídá předpokládané vlhkosti hliněného materiálu. Neboť hodnoty vlhkosti hliněného materiálu se v našem pásmu pohybují od 2 % v létě do 5 % v zimě. Je tedy nezbytné poznamenat, že vzorky byly z konstrukce odebrány v polovině října a platí pro ně stupeň vlhkosti uvedený v tabulce.

Stanovení vlhkosti vzorků			
Označení vzorku	Hmotnost vlhkého vzorku [m_w]	Hmotnost vysušeného vzorku [m_d]	Hmotnostní vlhkost [w]
	[g]	[g]	[%]
V. 1	1084,6	1048,1	3,37
V. 2	483,0	471,1	2,46
V. 3	290,2	283,1	2,45
V. 4	287,0	281,4	1,95

Tab. 8 Stanovení vlhkosti vzorků

4.7.4 Vyhodnocení pevnosti zdiva dle ČSN ISO 13822

Zděnou konstrukcí se rozumí stavební konstrukce vyžděná ze zdících prvků na maltu pro zdění. Při hodnocení hliněného zdiva se postupuje podle platných norem pro navrhování zděných konstrukcí z cihel plných pálených, neboť pro hliněné zdivo neexistuje samostatná norma.

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k – se určí z pevností zdících prvků a malty:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

- f_k – charakteristická pevnost zdiva v tlaku v N/mm^2 pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami.
- K – konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdících prvků, zařazení zdících prvků do skupin závisí na geometrických charakteristikách těchto prvků.
- f_b – normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků N/mm^2 .
- f_m – normalizovaná průměrná pevnost malty v tlaku N/mm^2 , uvažuje se nejvýše menší z hodnot $2f_b$ nebo 20 MPa. U zdiva s lehkou maltou a u zdiva s tenkými spárami se ověřuje, zda malta odpovídá minimální pevnostní třídě M5.
- α – exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty, $\alpha = 0,7$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou, $\alpha = 0,85$ pro nevyztužené zdivo s maltou pro tenké spáry.
- β – exponent závislý na druhu malty $\beta = 0,3$ pro obyčejnou maltu, $\beta = 0$ pro lehkou maltu a maltu pro tenké spáry.

Konstantu $K = 0,55$ bereme rovněž z posuzování cihel plných pálených klasického formátu. $K = 0,55$ vynásobíme hodnotou 0,8 – zdivo vyžděné na obyčejnou maltu, v němž je podélná spára rovnoběžná s lícem stěny. Ve vazbě se současně předpokládá střídání běhounů a vazáků ve vazbě zdiva, což je v případě posuzovaného hliněného zdiva dodrženo.

Návrhová pevnost zdiva v tlaku – se vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva v tlaku a dílčího součinitele zdiva γ_m , který se určí podle následujícího vztahu:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4}$$

- γ_{m1} – základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0; v ostatních případech je nutné součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik.
- γ_{m2} – součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: $0,85 \leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalá vyplnění spár.
- γ_{m3} – součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti, pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 do 20 % se součinitel učí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$.
- γ_{m4} – součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,4$; dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin.

Charakteristická pevnost zdiva byla vypočtena na základě parametrů zjištěných v předchozích kapitolách, přesněji v kapitole 4.7.1 “Pevnost zdících prvků” a 4.7.2 “Pevnost zdící malty”. Při stanovení pevnosti zdiva v tlaku jako celku je nutno zohlednit pravidelnost vazby a vyplnění spár mezi cihlami stejně jako vlhkost zdiva a výskyt šikmých nebo svislých trhlin ve zdivu.

Pevnost zdiva rodinného domu

Charakteristická pevnost zdiva rodinného domu:

Cihly: $f_b = 3,23 \text{ MPa}$

Malta: $f_m = 0,2 \text{ MPa}$ (M 0,4); podmínka: $f_m \leq \min\{2 \times f_b; 20\text{MPa}\}$ je splněna

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta = 0,55 \cdot 0,8 \cdot 3,23^{0,7} \cdot 0,2^{0,3} = 0,62 \text{ MPa}$$

$K = 0,55 \cdot 0,8$ pro cihlu plnou pálenou na obyčejnou maltu

$\alpha = 0,7$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou maltou

$\beta = 0,3$ pro obyčejnou maltu

Návrhová pevnost zdiva rodinného domu

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{0,62}{2,86} = 0,22 \text{ MPa}$$

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4} = 2,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 2,42$$

$\gamma_{m1} = 2,0$ součinitel spolehlivosti pro cihlu plnou pálenou na obyčejnou maltu

$\gamma_{m2} = 1,1$ nepravidelná vazba a špatné vyplnění spár

$\gamma_{m3} = 1,0$ vlhkost 4%

$\gamma_{m4} = 1,3$ vliv trhlin

Pevnost zdiva rodinného domu:

charakteristická $f_k = 0,62 \text{ MPa}$

návrhová $f_d = 0,22 \text{ MPa}$

Pevnost zdiva stodoly

Charakteristická pevnost zdiva stodoly:

Cihly: $f_{b,s} = 1,65 \text{ MPa}$

Malta: $f_m = 0,2 \text{ MPa}$ (M 0,4); podmínka: $f_m \leq \min\{2 \times f_{b,s}; 20\text{MPa}\}$ je splněna

$$f_k = K \cdot f_{b,s}^\alpha \cdot f_m^\beta = 0,55 \cdot 0,8 \cdot 1,65^{0,7} \cdot 0,2^{0,3} = \mathbf{0,39 \text{ MPa}}$$

$K = 0,55 \cdot 0,8$ pro cihlu plnou pálenou na obyčejnou maltu

$\alpha = 0,65$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou maltou

$\beta = 0,25$ pro obyčejnou maltu

Návrhová pevnost zdiva stodoly

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{0,39}{2,88} = \mathbf{0,14 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4} = 2,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 2,88$$

$\gamma_{m1} = 2,0$ součinitel spolehlivosti pro cihlu plnou pálenou na obyčejnou maltu

$\gamma_{m2} = 1,2$ nepravidelná vazba a špatné vyplnění spár

$\gamma_{m3} = 1,0$ vlhkost 4%

$\gamma_{m4} = 1,2$ vliv trhlin

Pevnost zdiva stodoly:

charakteristická $f_k = 0,39 \text{ MPa}$

návrhová $f_d = 0,14 \text{ MPa}$

Kapitola 4.7. je čerpána ze zdrojů: (6), (24), (25)

4.8 Statický výpočet vybrané části

Výpočet únosnosti obvodové stěny stodoly

Stěna je vyzděna z nepálených cihel klasického formátu 290/140/65. Stodola je zastřešena netuhým dřevěným krovem a zatížení od střechy se do svislých konstrukcí uvažuje dostředný. Zatěžovanou šířku stěny bereme 1 m. Plošné zatížení, které stěna přebírá, se uvažuje zjednodušeně jako polovina příčného rozpětí stodoly, tj. 3,7 m.

Hodnota stálého zatížení od střechy, kde je započítána krytina, latě a krokve je uvažována $2,0 \text{ kN/m}^2$. Užité zatížení bylo voleno dle normy ČSN EN 1991-1-1 "Zatížení konstrukcí". Ve výpočtu bude uvažováno pouze jedno z větších hodnot užitého svislého zatížení. Vodorovné síly od větru jsou zanedbány. Ve výpočtu budou použity součinitele spolehlivosti z normy pro navrhování zděných konstrukcí ČSN EN 1996-1.

Materiálové charakteristiky

$f_k = 0,39 \text{ MPa}$ charakteristická pevnost zdiva

$f_d = 0,14 \text{ MPa}$ návrhová pevnost zdiva

$\gamma_{\text{stod.}} = 1783 \text{ kg/m}^3$ objemová hmotnost zdiva

Geometrie

$h = 3,5 \text{ m}$ výška stěny

Vzpěrná (účinná) výška stěny:

$$h_{\text{ef}} = \rho_2 \cdot h = 1,0 \cdot 3,5 = 3,500 \text{ m}$$

ρ_2 – součinitel vyjadřující způsob podepření

$t_{\text{ef}} = t = 0,45 \text{ m}$ účinná tloušťka stěny

Štíhlost stěny:

$$\frac{h_{\text{ef}}}{t_{\text{ef}}} = \frac{3,500}{0,45} = 7,77 < 27 \text{ (Štíhlostní poměr vyhovuje kritériu pro mezní štíhlost)}$$

Zatížení

Stálé

			g_k	γ_g	g_d
Zdivo	š . v . t . $\gamma_{\text{stod.}}$	1 . 3,5 . 0,45 . 17,83	28,08	1,35	37,91
Střecha		2,0 . 3,7 . 1,0	7,4		11,10
					49,01 kN

Užitné

Sníh

Při výpočtu zatížení sněhem je postupováno podle normy ČSN EN 1991-1-3 "Obecná zatížení – Zatížení sněhem". V Blišicích, kde stojí zkoumaný objekt je dle mapy sněhových oblastí II. sněhová oblast. (23)

$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$ charakteristická hodnota zatížení sněhem

$c_t = 1,0$ součinitel tepla

$c_e = 1,0$ typ krajiny – normální

$$s_i = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = \mu_i \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 2,0\mu_i \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tvarový součinitel } \mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,8 \cdot (60 - 40) / 30 = 0,533$$

$\alpha = 40^\circ$ sklon střechy stodoly

$$s_1 = \mu_1 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 0,533 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = \mathbf{1,066 \text{ kN/m}^2}$$

Vítr

Při výpočtu zatížení větrem je postupováno podle normy ČSN EN 1991-1-4 "Obecná zatížení – Zatížení větrem". V dané lokalitě je větrná oblast II a kategorie terénu III. (23)

Základní rychlost větru

$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ výchozí základní rychlost větru

$c_{\text{dir}} = 1,0$ součinitel směru větru

$c_{\text{season}} = 1,0$ součinitel ročního období

$$v_b = c_{\text{dir}} \cdot c_{\text{season}} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25,0 \text{ m/s}$$

Charakteristická střední rychlost větru

$z_0 = 0,3 \text{ m}$ parametr drsnosti terén

$z_{\min} = 5,0 \text{ m}$ minimální výška

$z_{\max} = 200,0 \text{ m}$ maximální výška

$z = 6,5 \text{ m}$ výška objektu

$c_{0(z)} = 1,0$ součinitel orografie

součinitel drsnosti terénu

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{6,5}{0,3}\right) = 0,661$$

součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{0(z)} \cdot v_b = 0,661 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 16,53 \text{ m/s}$$

Maximální dynamický tlak

$$q_{p(z)} = \left[1 + 7 \cdot I_{v(z)}\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = [1 + 7 \cdot 0,325] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16,53^2 = \mathbf{0,559 \text{ kN/m}^2}$$

intenzita turbulence

$$I_{v(z)} = \frac{k_I}{c_{0(z)} \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \times \ln\left(\frac{6,5}{0,3}\right)} = 0,325$$

$k_I = 1,0$ součinitel turbulence

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ měrná hmotnost vzduchu

Příčný vítr

tlak a sání na krytinu

$f = 3 \text{ m}$; $h = 3,5 \text{ m}$; $d = 7,4 \text{ m}$

$$\frac{f}{d} = \frac{3}{7,4} = 0,405$$

$$\frac{h}{d} = \frac{3,5}{7,4} = 0,473 < 0,5$$

$$w_{e,D} = c_{pe,10} \times q_{p,(z)} = (0,71) \times 0,559 = \mathbf{0,397 \text{ kN/m}^2}$$

$$w_{e,E} = c_{pe,10} \times q_{p,(z)} = (-0,31) \times 0,559 = -0,173 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem $s_1 = 1,066 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem $w_{e,D} = 0,397 \text{ kN/m}^2$

Dále do výpočtu volíme z horších kombinací užitého zatížení, tj. účinky sněhem.

<u>Užitné</u>		q_k	γ_q	q_d
Sníh (dle výpočtu)	$1,066 \cdot 3,7 \cdot 1,0$	3,94	1,5	5,92
				5,92 kN

Zatížení celkem

$$N_{Ed} = g_d + q_d = 49,01 + 5,92 = \mathbf{54,93 \text{ kN}}$$

Návrhová hodnota únosnosti svisle zatížené stěny

$$N_{Rd} = \phi_{i,m} \cdot b \cdot t \cdot f_d$$

Výstřednost prvního řádu od účinků svislého a vodorovného zatížení

$$e_i = \frac{M_i}{N_i} = \frac{0}{52,90} = 0$$

Počáteční výstřednost od geometrických imperfekcí

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,5}{450} = 0,007 \text{ m}$$

Celková výstřednost v patě stěny

$$e = e_i + e_{init} = 0 + 0,007 = 0,0070 \text{ m}$$

Minimální výstřednost

$$0,05t = 0,05 \cdot 0,450 = 0,0225 \text{ m}$$

} výslednou výstřednost tlakové síly
bereme větší z uvedených hodnot

Zmenšující součinitel vlivu štíhlosti stěny a výstřednosti zatížení

$$\phi_i = 1 - 2 \frac{e}{t} = 1 - 2 \frac{0,0225}{0,45} = 0,900$$

Návrhová únosnost stěny v tlaku na 1 m délky stěny

$$N_{Rd} = \phi_{i,m} \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,900 \cdot 1,0 \cdot 0,45 \cdot 140 = \mathbf{56,70 \text{ kN}}$$

Posouzení: $N_{Ed} = 54,93 \text{ kN} < N_{Rd} = 56,70 \text{ kN}$

Vyhoví

Kapitola 4.8 je čerpána ze zdrojů: (19), (20), (21), (23)

4.9 Návrh opatření

4.9.1 Návrh změny dispozičního řešení

Vzhledem ke stavu obou částí objektu a požadavků na dispoziční řešení, je z mého pohledu a nyníjších požadavků na stavby nejvhodnější výstavba nového domu na místo stodoly. Nezamítám ani variantu přestavby kotelny, popř. přístavku z pálených cihel také k účelu pro bydlení. Následně si rozebereme jednotlivé možné stavební úpravy dispozičního řešení.

Nástavba nebo půdní vestavba – tato možnost není vhodná ze statického, stavebně fyzikálního ani ekonomického hlediska. V první řadě by se musela odstranit nevhodná konstrukce krovu, a teprve poté by bylo možné realizovat nástavbu nebo půdní vestavbu. Kvůli nově vnesenému zatížení do konstrukce, by se muselo provést zesílení a prohloubení základů, zesílení svislých konstrukcí, zvětšení únosnosti a tuhosti stropní konstrukce atd. Dále je třeba vyřešit např. přístupovou komunikaci do horního podlaží a vcelku provést mnoho dalších stavebních úprav pro zajištění spolehlivého a funkčního provozu objektu. Obecně platí, že zásahy, natož velkého rozsahu, do hliněné konstrukce nejsou příliš vhodné, naopak konstrukci spíše ublíží. Z tohoto důvodu se nedoporučuje provádět nástavbu, půdní vestavbu ani nijak zvětšovat zatížení v půdním prostoru.

Využití kotelny a přístavku z pálených cihel – u tohoto řešení se nabízí možnost využití především druhé poloviny domu, kde je umístěna kotelna, chodba, spíž a koupelna. Daná část je dostatečně velká a vhodnými stavebními úpravami by se vyřešily problémy s dispozičním řešením objektu. Kotelna a spíž by se přemístily do přístavku z pálených cihel.

Při stavebních úpravách musíme zajistit dostatečnou tuhost objektu. Ta se snižuje zejména při bourání a přesouvání vnitřních zdí, proto je vhodné brát v úvahu stávající vnitřní stěny i při návrhu nové dispozice. K tuhosti v této části nám přispívá i dostatečně tuhá stropní konstrukce.

Dalším nedostatkem druhé části objektu je jižní stěna, která je přibližně do poloviny své výšky v přímém kontaktu s terénem. Terén částečně brání vhodnému vytvoření okenních otvorů pro přívod přirozeného světla. V tomto případě by pomohlo

nepatrné snížení terénu, ale přiléhající pozemek již není součástí objektu ani vlastnictvím majitele. I přes tento nedostatek, lze vytvořit vhodný návrh přestavby rodinného domu.

Nosná rámová dřevěná konstrukce jako vestavba do objektu stodoly – toto řešení není reálné kvůli malé únosnosti a pevnosti nepálených cihel. Konstrukce z nepálených cihel by pořád přenášela stejné zatížení jako doposud, ale došlo by k jejímu oslabení okenními otvory. Dle výpočtu je stěna na mezí své únosnosti a předpokládáme, že při jejím oslabením by došlo ke zhroucení konstrukce.

Výstavba nového domu na místo stodoly – hlavní výhodou novostavby je, že si ji snadněji přizpůsobíte svým představám, ve srovnání s rekonstrukcí starého domu. Další výhodou v daném případě je, že po dobu výstavby nového objektu je možné bydlet ve stávajícím rodinném domě.

Oproti tomu je značnou nevýhodou vysoká počáteční investice a nutné stavební povolení. Získání stavebního povolení při dodržení půdorysných rozměrů jako má stodola by mělo být snadnější, ve srovnání s novou výstavbou na nezastavěné ploše. Dále bude nutné vytvořit projektovou dokumentaci, upravit stávající terén, dovést přípojky inženýrských sítí a mnoho dalších.

Výstavbu nového domu dle našich požadavků nám v dnešní době usnadňují nové technologie a materiály, které se na trhu objevují. Ty mají podstatný význam např. pro vybudování zdravého bydlení, vytvoření úsporného provozu apod. Vzhledem k životnímu prostředí a vztahu majitele k přírodním materiálům, bych doporučila montovanou sendvičovou dřevostavbu. Sendvičový systém se využívá hlavně při stavbě typových domů „na klíč“. Lze však zhotovit i dřevostavbu „na míru“, tím však vzroste finanční náročnost stavby. Výhodou sendvičového systému je jeho rychlá a jednoduchá výstavba a výborné statické i izolační vlastnosti. Ve srovnání se zděnou konstrukcí nelze u tohoto typu objektu vystavět nosnou část svépomocí, je nutné oslovit stavební firmu, která dřevěné nosné systémy vyrábí. Po dopravě dřevěných panelů na stavbu je potřeba k jejich osazení těžké mechanizace. Teprve po výstavbě nosné konstrukce je možné např. dokončovací práce realizovat svépomocí.

4.9.2 Sanace a návrh opatření konstrukcí

Sanace konstrukcí jsou vztaženy k současnému stavu objektu a jeho způsobu využívání. V případě provádění dispozičních a plánovaných změn nemusíme brát v potaz všechny návrhy a opatření z toho vyplývající.

Sanace základových konstrukcí

Zdivo rodinného domu není vlhké od vztlínající zemní vlhkosti, přesto doporučuji dodatečně provést hydroizolaci, zejména rozhodne-li se majitel i nadále objekt využívat.

U základů stodoly je zbytečné provádět jejich odizolování.

Sanace svislých konstrukcí

Sanace trhlin způsobené poškozenou kanalizační přípojkou – jak už bylo zmíněno, prvotně je potřeba odstranit příčinu poruchy a teprve potom konstrukci sanovat. Po podrobnějším průzkumu kanalizační přípojky byla zjištěna závada, kterou nelze snadno opravit. Z tohoto důvodu se doporučuje zhotovit novou kanalizační přípojku. Po zhotovení nové kanalizační přípojky by se příčina poruchy měla považovat za ukončenou. I přesto je vhodné ve svislé konstrukci po odstranění příčiny sledovat stav trhlin po určitou dobu, a to z toho důvodu, zda byla odstraněna správná příčina jejich vzniku. Po ověření se může přistoupit k sanaci porušené části svislé konstrukce.

Sanace trhlin a vlhkosti v oblasti komína – poruchy jsou způsobené nerovnoměrným rozložením teploty a vlhkosti v komínovém tělese. Posuzovaný komín neodpovídá dnešním požadavkům na komínová tělesa. Dolní část komínu je vyzděna z nepálených cihel, které jsou značně degradované. To dokazuje i zkouška vzorku odebraného z komína, u kterého byla zjištěna více jak 5x menší pevnost v tlaku ve srovnání s ostatními odebranými vzorky.

Při vyspravení trhlin by vlivem objemových změn došlo k jejich opětovnému vzniku, neboť hliněný materiál má malou tahovou pevnost. Proti vlhkosti vzniklé vlivem kondenzace vodních par by se v běžných případech konstrukce dle požadavků ČSN 73 0540-2 "Tepelná ochrana budov" dodatečně zateplila, popř. vhodnými úpravami snížila kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce. To však v kombinaci s hliněným zdivem

není příliš reálné. Domníváme se, že neexistuje vhodné řešení, jak komín vhodně opravit, z tohoto důvodu se doporučuje vystavět komín nový, dle současných požadavků.

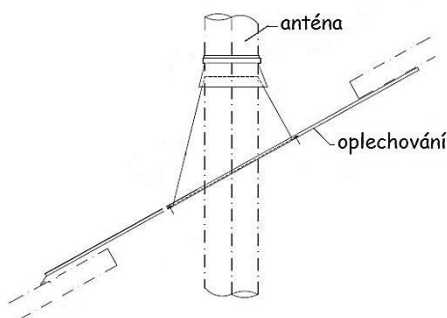
Návrh opatření přední štítové stěny – deformace stěny není naštěstí ve velkém rozsahu. Při zanechání zabudovaného stožáru pro elektrickou přípojku v obvodové stěně bude materiál i nadále schopný přenést působící zatížení. V lepším případě se může vedle objektu vystavět samostatný sloup, na který se elektrická přípojka přikotví.

Doplnění materiálu – v místě, kde došlo k úbytku zdiva působením vnějších vlivů, je potřeba hliněné zdivo doplnit. Doplněvaná místa jsou nepravidelných tvarů, proto při doplňování použijeme hliněný materiál tuhé plastické konzistence. K zajištění spolehlivosti konstrukce by měl mít doplňovaný materiál větší pevnost, než materiál v opravované konstrukci. Další důležitou zásadou je zajištění řádného spojení doplňované části se stávající konstrukcí. Proto před samotným doplňováním materiálu musíme povrch očistit od nečistot a „nesoudržného“ materiálu.

Hloubkové spárování – spáry nejsou zcela vyplněny hliněnou maltou nebo je malta na povrchu dosti zvětřalá. Proto k sanaci svislých konstrukcí navrhuji i hloubkové spárování, které nám zvýší pevnost, celistvost, spolehlivost a životnost zdiva. Zvětřalou maltu v ložných a styčných spárách odstraníme do hloubky přibližně 40 mm a následně vyplníme novým hliněným materiálem. U hliněného materiálu platí stejné pravidla jako při doplňování zdiva, tj. že by měl mít doplňovaný materiál větší pevnost, než stávající materiál v konstrukci. Tato metoda je velmi pracná a časově náročná, ale proti tomu není zase finančně nákladná. Z časových důvodů vyspárování odkrytého zdiva navrhuji, až po sanacích závažnějších a přednějších částí objektu. Následně doporučuji provést vnitřní a venkovní hliněné omítky, které přispějí k ochraně zdiva před vnějšími vlivy.

Oprava střechy – netěsnost mezi anténou a střešní krytinou lze provést několika způsoby např. oplechováním (Obr. 208) nebo utěsněním pomocí gumových těsnících manžet. Také v dnešní době existují speciální střešní tvarovky, které umožňují prostupy konstrukcí kruhového průřezu. Bylo zjištěno, že použitá střešní krytina na rodinném domě

je typu "francouzská 14" od výrobce střešních krytin Tondach. Výrobce rovněž vyrábí krytiny k řešení prostupů a to o velikosti průměru 100 mm (Obr. 209).



Obr. 208 Oplechování antény



Obr. 209 Střešní taška značky Tondach pro anténní prostup

Opatření objektu proti vlhkosti – základním opatřením ke snížení vlhkosti je zamezení přímého kontaktu konstrukce s vodou. Tohoto docílíme dostatečným odvedením dešťové vody ze střechy a terénu, např. vybudováním drenážního systému okolo objektu.

4.9.3 Závěr návrhu opatření

V závěru lze říci, že objekt rodinného domu bude svému majiteli, v případě provedení navržených opatření a dodržení pravidelné údržby, sloužit ještě řadu let bez větších komplikací. Můžeme říci, že i přes stáří rodinného domu je objekt ve výborném stavu. To je především dáno, že v objektu nebyly provedeny nevhodné stavební zásahy, a tím objekt zůstal po dobu své životnosti téměř beze změn, což vedlo k jeho prospěchu.

Při údržbě, opravách a sanacích musíme brát ohled na hliněný materiál. Náležitým zásahem do konstrukce se prodlouží nejen životnost objektu, ale do jisté míry selepší pohodlí a komfort při jeho užívání. Finance mají zásadní vliv na způsob a rozsah oprav, proto se majitel musí rozhodnout, jakou částku chce do objektu investovat. Při opravách můžou nastat komplikace a problémy vzniklé nežádoucími jevy, je tedy nutné počítat s finanční i časovou rezervou.

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo seznámení s problematikou stavebně technického průzkumu a diagnostiky hliněných konstrukcí se zaměřením na jejich poruchy a sanace. Pro správný návrh sanačního opatření je potřebné znát především příčinu vzniku poruchy, k čemuž nám pomáhají její charakteristické projevy.

V rámci praktické části byl proveden stavebně technický průzkum, diagnostika a návrh sanačních opatření zděného objektu rodinného domu se stodolou. Zkoumaný objekt se nachází v obci Blišice, které jsou součástí města Koryčany. Prvním krokem před samotným průzkumem bylo získání základních informací o objektu, včetně průzkumu jeho historie z dochovaných dokumentů. Samotný stavebně technický průzkum byl založen především na vizuálně defektoskopické prohlídce. Prohlídka sloužila k popsání dispozičního a stavebně konstrukčního řešení stavby a k zjištění vad a poruch konstrukce. Součástí průzkumu bylo také vytvoření výkresové dokumentace, která zejména bude sloužit k návrhu změny dispozičního řešení.

Z prohlídky rodinného domu vyplynulo, že nejvíce porušenou částí stavby je severozápadní roh, kde došlo k poklesu základových konstrukcí vlivem porušené kanalizační přípojky pro odvod dešťové vody. Po podrobnějším průzkumu bylo navrženo vytvoření nové kanalizační přípojky. Nezanedbatelné jsou i trhliny a vlhkost v oblasti komína, které vznikly objemovými a teplotními změnami v komínovém tělese. Dále byl v této práci řešen odvod dešťové vody ze střech a přilehlého terénu, doplnění hliněného materiálu v konstrukcích apod. Proto jsem navrhla opatření a drobné opravy, které tyto nedostatky odstraní nebo alespoň částečně eliminují.

Z výsledků provedeného průzkumu stodoly je patrné, že největším problémem konstrukce je malá únosnost zdiva. Zdivo je bez povrchové úpravy a je značně porušené klimatickými vlivy. Proto byla daná část vybrána pro statické posouzení.

Aby mohla být staticky posouzena vybraná část konstrukce, bylo nutné v první řadě zjistit pevnost zdiva. Pevnost cihel byla zjišťována pouze destruktivně na reprezentativních vzorcích, které byly připraveny z odebraných cihel. Pevnost malty neměla dostatečnou pevnost na to, aby mohla být použita pro zkoušení Kučerova vrtačka, z tohoto důvodu byla pevnost malty stanovena odborným odhadem. Z pevností cihel

a malty byly stanoveny hodnoty charakteristické a návrhové pevnosti zdiva v tlaku kolmo k ložným spárám, které byly použity ve statickém výpočtu při posouzení vybrané části.

Staticky posouzená byla obvodová stěna stodoly. Z výsledků výpočtu je patrná malá únosnost hliněného zdiva, které je na mezi své únosnosti. Z tohoto důvodu doporučuji provést navržená opatření pro zlepšení pevnosti a spolehlivosti zdiva.

V závěru lze říci, že cíle práce, které byly uvedeny v kapitole 1.3 “Cíle”, byly splněny. Tvorbou této práce jsem získala mnoho nových vědomostí a informací, kterými jsem rozšířila své dosavadní nabyté zkušenosti, zejména v oblasti hliněných konstrukcí. Výstupem jsou podklady, které budou sloužit pro návrh správné rekonstrukce a sanace stávající hliněné stavby.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Seznam knih a odborné literatury:

- (1) Solař, Jaroslav. *Poruchy a rekonstrukce zděných staveb*. Praha : Grada, 2008.
- (2) Valda, Vojtěch. *Rekonstrukce domu*. Praha : Venkovský dům, 2015.
- (3) Žabičková, Ivana. *Přestavby hliněných budov*. Brno : Sdružení hliněného stavitelství, 2009.
- (4) Žabičková, Ivana. *Hliněné stavby*. Brno : ERA, 2002.
- (5) Žabičková, Ivana, Kabourková, Eva a Karasová, Alena. *Hliněné stavby včera a dnes*. Brno : Sdružení hliněného stavitelství, 2009.
- (6) Hobst, L., a další, a další. *Diagnostika stavebních konstrukcí - Přednášky*. Brno : FAST VUT v Brně, 2005.
- (7) Tomanová, Jana. *Základní diagnostika existujícího stavebního objektu*. Brno : Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D., 2016.
- (8) Barták, Kamil. *Nejčastější problémy při rekonstrukcích domů*. Praha : Grada, 1998.
- (9) Vlček, Milan. *Poruchy a rekonstrukce staveb*. 2. dopl. a opr. vyd. Brno : ERA group, 2003.
- (10) Vlček, Milan. *Opravy rodinného domu*. Praha : Grada, 2009.
- (11) Witzany, Jiří. *Konstrukce pozemních staveb 60*. Díl 1, Poruchy a rekonstrukce staveb. Praha : ČVUT, 1994.
- (12) Witzany, Jiří. *PDR - poruchy, degradace a rekonstrukce*. V Praze : České vysoké učení technické, 2010.
- (13) Velfel, Petr. *Kompletní průvodce rekonstrukcí domu*. Hradec Králové : Paradise Studio, 2005.
- (14) Bažant, Zdeněk a Klusáček, Ladislav. *Statika při rekonstrukcích objektů*. 5. vyd. V Akademickém nakladatelství CERM 3. Brno : CERM, 2010.

- (15) Perlík, Martin. *Rekonstrukce rodinného domu: 100 tipů*. 2. aktualizované vydání. Praha : Grada Publishing, 2017.
- (16) Hájek, Petr. *Pozemní stavitelství IV: pro 4. ročník SPŠ stavebních*. Vyd. 3. upr. Sobotáles . Praha : Sobotáles, 2006.
- (17) Hájek, Václav. *Pozemní stavitelství II: pro 2. ročník SPŠ stavebních*. 3. přeprac. vyd. Praha : Sobotáles, 2007.
- (18) Hájek, Václav. *Pracujeme na střeše*. 2. přeprac. vyd. Praha : Sobotáles, 2000.
- (19) Košatka, Pavel,. *Zděné konstrukce 1. dotisk prvního vydání*. Praha : České vysoké učení technické, 2008.
- (20) Košatka, Pavel. *Příklady navrhování zděných konstrukcí 1*. Vyd. 1. Praha : České vysoké učení technické, 2008.

Normy a předpisy:

- (21) ČSN EN 1996-1-1 Navrhování zděných konstrukcí
- (22) ČSN 73 0090 Zakládání staveb a geologický průzkum pro stavební účely
- (23) ČSN EN 1991-1 Zatížení konstrukcí
- (24) ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
- (25) ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

Internetové zdroje:

- (26) Saron - sanační statika, vlhkost a poruchy staveb a zajištění statických havárií. [Online] <http://www.statickezajisteni.cz>. [Citace: 20. 11. 2017.]
- (27) Mapy. [Online] <https://mapy.cz>. [Citace: 10. 12. 2017.]
- (28) Historický vývoj místní části Blišice. [Online]<http://www.korycany.cz>. [Citace: 15. 12. 2017.]
- (29) Archivní mapy. [Online] <http://www.archivnimapy.cuzk.cz>. [Citace: 15. 12. 2017.]

Seznam obrázků

Obr. 1	Hliněné plně lisované cihly.....	16
Obr. 2	Hliněné ručně vyráběné cihly	16
Obr. 3	Ukázka různých hliněných cihel.....	17
Obr. 4	Děrované prefabrikované cihly	17
Obr. 5	Detail vazby zdiva	19
Obr. 6	Vazáková vazba zdiva.....	19
Obr. 7	Vazba zdiva	19
Obr. 8	Základní vazby cihelného zdiva. 1) běhounová, 2) vazáková, 3) polokřížová, 4) křížová	19
Obr. 9	Lícová vrstva zdiva z pálených cihel.....	20
Obr. 10	Pálená cihla v ostění okenních a dveřních otvorů	20
Obr. 11	Užití různých materiálů v ostění	20
Obr. 12	Dozdění stěny cihlou plnou pálenou	20
Obr. 13	Ztužení rohu cihlou plnou pálenou.....	21
Obr. 14	Zazdění okenního otvoru cihlou plnou pálenou	21
Obr. 15	Rekonstrukce objektu – použití různých materiálů.....	21
Obr. 16	Použití různých druhů materiálů	21
	při rekonstrukci	21
Obr. 17	Nerovnoměrné rozložení malty.....	21
Obr. 18	Nevyplněné spáry maltou	21
Obr. 19	Nevhodný návrh – objekt není vodorovně ztužen	23
Obr. 20	Bodové zatížení – většinou se objevuje nedostatečné osazení nosného prvku a absence roznášecí plochy	23
Obr. 21	Bodové zatížení – absence roznášecí plochy pod průvlakem	23
Obr. 22	Působení zemní vlhkosti a odstříkující vody	25

Obr. 23	Narušení zdiva zemní vlhkostí	25
Obr. 24	Narušení zdiva zatékající dešťovou vodou ze střechy	25
Obr. 25	Oslabení konstrukce zdiva při povodních	26
Obr. 26	Porušení zdiva při povodních	26
Obr. 27	Vysoká hladina podzemní vody kolem objektu a pod ním	28
Obr. 28	Porušení základů způsobené vysokou hladinou podzemní vody	28
Obr. 29	Sonda určující hloubku základů	28
Obr. 30	Nedostatečná hloubka základové spáry	28
Obr. 31	Porušení zdi vlivem zvýšené vlhkosti zeminy	29
Obr. 32	Zřícení rohu domu po vydatných deštích	29
Obr. 33	Nevhodný zásah člověka – vybourání opěrné konstrukce, která přenášela vodorovné zatížení klenby	30
Obr. 34	Trhliny vyvolané kroucením vodorovného trámu	30
Obr. 35	Nadměrný průhyb překladu	31
Obr. 36	Přetížení nosného trámu – nadměrný průhyb	31
Obr. 37	Nevhodná nástavba – provedená na nepáleném zdivu	32
Obr. 38	Zbourání vnitřní hliněné stěny	32
Obr. 39	Dřevěné stropy – uložené v různých směrech zajišťují spolu se stěnou tuhost objektu.....	33
Obr. 40	Vybourání nového okenního otvoru – oslabení stěny	33
Obr. 41	Nejčastější příčiny poruch objektů:	34
	1 – přetížení nosných konstrukcí stropů	34
Obr. 42	Porušení cihelného pilíře tlakem	37
Obr. 43	Porušení zdiva trhlinami	37
Obr. 44	Porušení hliněného zdiva trhlinou.....	39
Obr. 45	Trhlina v hliněném zdivu	39

Obr. 46	Vliv podloží na tvorbu trhlin	39
Obr. 47	Příložná srovnávací karta	40
Obr. 48	Ukázka měření trhliny s označením místa	40
Obr. 49	Lupa se stupnicí	41
Obr. 50	Mikroskop s měřícím křížkem	41
Obr. 51	Sádrová destička ke sledování aktivity trhliny	42
Obr. 52	Aktivní trhlina – porušení sádrové desky.....	42
Obr. 53	Holanův mechanický příložný tenzometr se základnou 200 mm, úchylkoměrem, kontaktním teploměrem a invarovou tyčí.....	43
Obr. 54	Povrchový strunový tenzometr	43
Obr. 55	Osazení strunového tenzometru na konstrukci	43
Obr. 56	Deformace hliněné štítové stěny	44
Obr. 57	Deformace vnitřní stěny	44
Obr. 58	Odtržení stěny	44
Obr. 59	Výkvěty solí na hliněné zdi	45
Obr. 60	Úbytek materiálů způsobený povětrnostními vlivy a nedostatečnou údržbou	45
Obr. 61	Vymývání hliněného materiálu dešťovou vodou – špatná údržba	45
Obr. 62	Následek špatné údržby objektu	45
Obr. 63	Napadení dřevěné konstrukce dřevokazným hmyzem	46
Obr. 64	Napadení dřevěných trámů dřevokazným hmyzem	46
Obr. 65	Dlouhodobá vlhkost, dřevěná konstrukce je napadena houbami a plísněmi ..	46
Obr. 66	Porušení trámu dlouhodobým působením vlhkosti	46
Obr. 67	Staticky závažná porucha	47
Obr. 68	Zřícení konstrukce vlivem havarijní poruchy	47
Obr. 69	Prohloubení základové spáry – podezděním	52
Obr. 70	Prohloubení základové spáry – podbetonování.....	52

Obr. 71	Prohloubení základů – pracovní postup	53
Obr. 72	Pracovní šachta k prohloubení základů	53
Obr. 73	Zabezpečení hliněné stěny montážními úhelníky	53
Obr. 74	Podepření základů svislými a šikmými mikropiloty	54
Obr. 75	Ukázka výroby mikropilot malopřůměrovou vrtačkou.....	54
Obr. 76	Schéma podepření základu mikropilotou	55
Obr. 77	Železobetonové opláštění základů s použitím mikropilot	55
Obr. 78	Rozšíření základu z vnější strany – prostým betonem.....	56
Obr. 79	Vložení válcovaných ocelových profilů – roznos zatížení i do nově rozšířené části základu	56
Obr. 80	Provedení obrácených kleneb pro roznesení zatížení na větší plochu	57
Obr. 81	Podepření průvlaku vloženým sloupem uloženým na samostatném základu..	58
Obr. 82	Injektáž základového podloží	58
Obr. 83	Podepření nosné zdi vzpěrami při rekonstrukci základů	59
Obr. 84	Provizorní zajištění budovy při provádění rekonstrukce základů	60
Obr. 85	Zazdění dveřního otvoru	62
Obr. 86	Hloubkové spárování zdiva	63
Obr. 87	Překlad z dubové fošny	64
Obr. 88	Klenba z hliněných cihel.....	64
Obr. 89	Uložení dřevěného trámu do obvodové zděné konstrukce	64
Obr. 90	Příprava injektáže	66
Obr. 91	Zkouška injektovaného zdiva	66
Obr. 92	Kontrola proniknutí injektované hmoty do zdiva rozebráním zídky	66
Obr. 93	Zesílení zdiva obezděním	67
Obr. 94	Tradiční úprava čela staré zdi ve styku s novou zdí.....	67
Obr. 95	Zakotvení dřevěného trámu do zdi pomocí trámových kleští	68

Obr. 96	Dům po dokončení sepnutí a dodatečného sešití stěn	69
Obr. 97	Sešívání trhliny ocelovými skobami	69
Obr. 98	Provizorní kotva pro zajištění polohy stěny	70
Obr. 99	Dodatečné provedení železobetonového věnce.....	70
Obr. 100	Princip sepnutí budovy trámovými kleštěmi a ocelovými táhly	71
Obr. 101	Ukotvení ocelového táhla	71
Obr. 102	Drážka ve zdivu pro vedení táhla	71
Obr. 103	Kotvení pomoci ocelových profilů k zajištění roznosu tlakových sil na větší ploše.....	71
Obr. 104	Přikotvení pozednice k vaznímu trámu	72
Obr. 105	Trámový strop s násypem a podhledem.....	75
Obr. 106	Porušený trámový strop s násypem a omítaným podhledem	75
Obr. 107	Krov vaznicové soustavy	76
Obr. 108	Příčný řez krovem vaznicové soustavy	76
Obr. 109	Krov hambálkové soustavy	77
Obr. 110	Příčný řez krovem hambálkové soustavy.....	77
Obr. 111	Pohled z boku na plátování spoje protézy se svorníky	80
Obr. 112	Lokální oprava trámu pomocí umělé protézy	80
Obr. 113	Protéza zhlaví trámu – připojena šikmým plátováním a svorníky	80
Obr. 114	Protéza krokví připojena rovným plátováním.....	80
Obr. 115	Schéma výměny u trámu	80
Obr. 116	Zesílení dřevěných trámů (stropnic) s nedostatečnou únosností.....	81
Obr. 117	Zesílení dřevěných trámů dřevěnými příložkami	82
Obr. 118	Zesílení dřevěných trámů ocelovými příložkami.....	82
Obr. 119	Oprava uhnílého zhlaví trámu dřevěnými příložkami	82
Obr. 120	Oprava uhnílého zhlaví trámu ocelovými příložkami	82

Obr. 121	Oprava uhnílé části krokve dřevěnými příločkami	82
Obr. 122	Vložení nového stropního trámu.....	83
Obr. 123	Spřažení dřevěného trémového stropu s betonovou deskou	84
Obr. 124	Spřažení dřevěného trémového stropu s vrstvou prken nebo fošen.....	84
Obr. 125	Podepření trámů sloupky.....	85
Obr. 126	Zavěšení trámů na příčný trám	85
Obr. 127	Oprava spoje sloupku a vazního trámu – v případě uhnílého čepu	85
Obr. 128	Zesílení porušeného spoje příločkami	85
Obr. 129	Ztužení prkny – krokví s vazním trémem	85
Obr. 130	Zesílením krovu obitím prkny.....	85
Obr. 131	Ztužení krovu táhly	85
Obr. 132	Celková poloha obce.....	88
Obr. 133	Katastrální území Blišice	88
Obr. 134	Poloha objektu v obci Blišice	88
Obr. 135	Zkoumaný objekt	88
Obr. 136	Rodinný dům – jižní pohled.....	89
Obr. 137	Rodinný dům – severozápadní pohled	89
Obr. 138	Stodola – jižní pohled.....	89
Obr. 139	Stodola – severovýchodní pohled	89
Obr. 140	Mapy a snímky Blišic od roku 1824 - 2015.....	91
Obr. 141	Hliněné domy ve vesnici	92
Obr. 142	Mapa Blišic z roku 1824 – 1843	93
Obr. 143	Mapa Blišic z roku 1838 – přecíslování domů	93
Obr. 144	Mapa Blišic z roku 1894	93
Obr. 145	Současný stav zkoumaného objektu	93
Obr. 146	Fáze výstavby a materiálóvé složení rodinného domu	94

Obr. 147	Materiálové složení stodoly	94
Obr. 148	Dispoziční řešení rodinného domu	96
Obr. 149	Dispoziční řešení stodoly.....	97
Obr. 150	Kamenné soklové zdivo.....	98
Obr. 151	Detail nepálených cihel s hliněnou maltou	99
Obr. 152	Detail pálených cihel s obyčejnou maltou	99
Obr. 153	Půdní nadezdívka z nepálených cihel	99
Obr. 154	Štítová stěna z nepálených cihel	99
Obr. 155	Trhliny v severní stěně – způsobené sedáním základů.....	100
Obr. 156	Trhliny v západní stěně – způsobené sedáním základů.....	100
Obr. 157	Trhliny v místě komína – způsobené objemovými změnami.....	101
Obr. 158	Zavlhnutí komína	101
Obr. 159	Nadměrné deformace štítové stěny	101
Obr. 160	Jihovýchodní pohled na svislé konstrukce stodoly.....	102
Obr. 161	Jihozápadní pohled na svislé konstrukce stodoly.....	102
Obr. 162	Neprovázané zdivo - v místě napojení nepálených cihel na cihly pálené	102
Obr. 163	Dřevěný překlad nad vraty.....	102
Obr. 164	Špatný stav zdiva – působením klimatických vlivů	103
Obr. 165	Rozrušené zdivo – napadené nálety včel.....	103
Obr. 166	Úbytek objemu zdiva – vlivem tekoucí dešťové vody z poškozené střešní krytiny.....	103
Obr. 167	Úbytek objemu zdiva – účinkem klimatických vlivů	103
Obr. 168	Provizorní zajištění boulené stěny.....	104
Obr. 169	Detail nadměrné deformace stěny.....	104
Obr. 170	Vedení ocelového táhla uvnitř stodoly	104
Obr. 171	Kotvení ocelového táhla	104

Obr. 172	Stropní konstrukce v koupelně.....	105
Obr. 173	Stropní konstrukce v kotelně	105
Obr. 174	Kotvení táhla ve stropní konstrukci	106
Obr. 175	Stropní konstrukce v dílně	106
Obr. 176	Stropní konstrukce ve skladě	106
Obr. 177	Konstrukce krovu sedlové střechy – rodinného domu.....	107
Obr. 178	Ukázka tesařské konstrukce – věšadla	107
Obr. 179	Detail uložení pražce, hlavního trámu, pozednice, krokve a vzpěry	108
Obr. 180	Detail spoje – vaznice, krokve, vzpěry, věšáku, rozpěry a pásků	108
Obr. 181	Detail dřevěného prvku krovu – hlavní trám	108
Obr. 182	Provizorní zajištění trámu před účinky zatékající dešťové vody	108
Obr. 183	Konstrukce krovu – pultové střechy	108
Obr. 184	Boční pohled na pultovou střechu	108
Obr. 185	Odvod dešťové vody do kanalizace	109
Obr. 186	Odvod dešťové vody ze sedlové střechy na terén	109
Obr. 187	Odvod dešťové vody z pultové střechy do sudu	109
Obr. 188	Konstrukce krovu – stodoly.....	110
Obr. 189	Stodola – jihovýchodní pohled	110
Obr. 190	Stodola – severozápadní pohled	110
Obr. 191	Dřevěná podlaha v pokoji a ložnici	111
Obr. 192	Podlaha v kuchyni	111
Obr. 193	Hliněné podlaha ve stodole	111
Obr. 194	Příjezdová komunikace z betonových zatravnovacích tvárnic.....	112
Obr. 195	Okapový chodník	112
Obr. 196	Krbová kamna k vytápění objektu	112
Obr. 197	Kotel – umístěný v kotelně.....	112

Obr. 198	Vzorky cihel odebrané z konstrukce	113
Obr. 199	Poloha odebrání vzorků cihel	113
Obr. 200	Vzorek 1.....	114
Obr. 201	Vzorek 2.....	114
Obr. 202	Vzorek 3.....	114
Obr. 203	Vzorek 4.....	114
Obr. 204	Tělesa připravená na zkoušku pevnosti v tlaku.....	115
Obr. 205	Zkouška v pevnosti v tlaku na lisu	116
Obr. 206	Porušení zkušebního tělesa V. 1-2.....	116
Obr. 207	Porušení zkušebního tělesa V. 2-1.....	116
Obr. 208	Oplechování antény	116
Obr. 208	Střešní taška značky Tondach pro anténní prostup	132

Seznam grafů

Graf 1	Počet domů ve vesnici	91
--------	-----------------------------	----

Seznam tabulek

Tab. 1	Statistické údaje v obci Blišice	89
Tab. 2	Rozměry a objemová hmotnost zkušebních krychlí s přirozenou vlhkostí odebraných z rodinného domu.....	114
Tab. 3	Rozměry a objemová hmotnost zkušebních krychlí s přirozenou vlhkostí odebraných ze stodoly	115
Tab. 4	Součinitele pro převedení na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti	116
Tab. 5	Součinitel vlivu tvaru δ	116
Tab. 6	Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků rodinného domu ze zkoušek na zkušebních krychlích.....	117

Tab. 7	Stanovení pevnosti v tlaku zdících prvků rodinného domu ze zkoušek na zkušebních krychlích.....	117
Tab. 8	Stanovení vlhkosti vzorků	118

Seznam příloh

Příloha 1 –	Výkres 01 – Rodinný dům Blišice – půdorys 1.NP
	Výkres 02 – Stodola Blišice – půdorys 1.NP
Příloha 2 –	Výkres 01 – Rodinný dům Blišice – pohledy
	Výkres 02 – Stodola Blišice – pohledy